

NOTA 1102

januari 1979

Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding
Wageningen

ALTERRA
Wageningen University & Research cen:
Omgevingswetenschappen
Centrum Water & Klimaat
Team Integraal Waterbeheer

DE WATERKWALITEIT IN DE RUILVERKAVELING WINTERSWIJK-WEST
EN IN HET BIJZONDER IN HET NATUURGEBIED HET KORENBURGERVEEN S.L.

ir. W.C.P.M. Bots

Nota's van het Instituut zijn in principe interne communicatiemiddelen, dus geen officiële publikaties.

Hun inhoud varieert sterk en kan zowel betrekking hebben op een eenvoudige weergave van cijferreeksen, als op een concluderende discussie van onderzoeksresultaten. In de meeste gevallen zullen de conclusies echter van voorlopige aard zijn omdat het onderzoek nog niet is afgesloten.

Bepaalde nota's komen niet voor verspreiding buiten het Instituut in aanmerking

I N H O U D

	Blz.
I. GEBIEDSBESCHRIJVING	1
II. LITHOSTRATIGRAFIE	2
II.1. Tertiair	2
II.2. Kwartair	2
III. BODEMGEBRUIK EN VEEBEZETTING	3
IV. PROBLEEMSTELLING	4
V. METHODE VAN ONDERZOEK	4
VI. SAMENSTELLING GRONDWATER	6
VI.1. Algemeen	6
VI.2. Chloride	7
VI.3. Stikstof en fosfaat	8
VI.4. Verhouding sulfaat/chloride	9
VI.5. Ionendiagrammen	12
VI.6. Pompstation Corle	12
VII. SAMENSTELLING OPPERVLAKTEWATER	14
VII.1. Samenstelling van de door het zuiverings- schap Oostelijk Gelderland bemonsterde oppervlaktewateren	14
VII.2. Samenstelling van de door het ICW bemonsterde oppervlaktewateren	19
VIII. WATERKWALITEIT KORENBURGERVEEN s.l.	24
VIII.1. Algemeen	24
VIII.2. Hydrologie	24

	Blz.
VIII.3. Bodemtypen	25
VIII.4. Huidige samenstelling van het oppervlakte- water in het Korenburgerveen s.l.	26
VIII.5. Samenstelling grondwater in het Korenburgerveen s.l.	33
IX. CONCLUSIES	43
X. LITERATUUR	46
BIJLAGEN	

ALTERRA
Rijksuniversiteit & Research centre
Omgevingswetenschappen
Centrum Water & Klimaat
Team Integraal Waterbeheer

I. GEBIEDSBESCHRIJVING

Het ruilverkavelingsgebied wordt omsloten door de plaatsen Aalten, Winterswijk, Lichtenvoorde en Groenlo. Verreweg het grootste deel van het gebied is gelegen op de topografische kaart 1:25 000 nr 41E.

Het ruilverkavelingsgebied behoort tot het Oost-Nederlands plateau. Het westelijk deel van het gebied wordt door een terrasrand begrensd die in het landschap goed kan worden gevolgd en ongeveer loopt van Neede over Groenlo en Lichtenvoorde naar Aalten. De terrasrand geeft aan tot waar het Tertiair, voornamelijk bestaande uit slecht doorlatende, slibhoudende fijne zanden en kleien, vlak nabij het maaiveld komt. Behalve in diepe geulinsnijdingen wordt het Tertiair slechts hier en daar door een betrekkelijk dunne laag van grof materiaal bedekt. Voor meer algemene informatie zie ERNST, DE RIDDER en DE VRIES, 1970.

Het veengebied is ca. 4 km ten noord-westen van Winterswijk gelegen en is ongeveer 300 ha groot. Op kaart I (bijlage 1) is de ligging van het veengebied weergegeven. Het gedeelte van het Korenburgerveen dat in de gemeente Lichtenvoorde ligt en grotendeels eigendom is van de Marke Vragender wordt vaak aangeduid als het Vragenderveen, terwijl het gebied ten noorden van de spoorlijn Meddosche Veen wordt genoemd. Het natuurgebied ten zuiden van de spoorlijn onder de gemeente Winterswijk is het eigenlijke Korenburgerveen en wordt in dit rapport aangeduid met Korenburgerveen s.s. (senso stricto). Met Korenburgerveen s.l. (senso lato) wordt het gehele natuurgebied met inbegrip van het Vragenderveen en het Meddosche Veen aangeduid.

II. LITHOSTRATIGRAFIE

II.1. T e r t i a i r

De oudste Tertiaire afzettingen van meer dan lokale betekenis die op verschillende plaatsen op geringe diepte zijn aangeboord, behoren tot het Midden-Oligoceen. Op plaatsen waar zij zijn aangeboord, bestaan deze afzettingen voornamelijk uit klei.

Mariene afzettingen van het Midden-Mioceen, bestaande uit slibrijke zanden en kleien, komen in de ondergrond waarschijnlijk overal voor. Het Plioceen komt zowel in een mariene als continentale facies voor. De mariene afzettingen bestaan uit matig fijne, veelal goed gesorteerd, som slibhoudende, kalkrijke zanden met schelpgruis. Het continentale Plioceen bestaat uit goed gesorteerde matig fijne zanden. Plaatselijk komen tussen de zanden humeuze en venige kleilaagjes voor (SMOOR en DE RIDDER, 1972).

Het tertiair biedt over het algemeen weinig mogelijkheden voor de waterwinning en wordt in de meeste gevallen als de slecht doorlatende basis van het watervoerend pakket beschouwd.

II.2. K w a r t a i r

In het ruilverkavelingsgebied is het voorkomen van fluvioglaciaal afzettingen grotendeels beperkt tot de geulen, die soms diep in het Tertiair zijn ingesneden. Een van de belangrijkste geulsystemen die goed uitgekarteerd zijn, kan worden vervolgd van Dinxperlo, via Aalten tot nabij Winterswijk, waar het zich splitst in een noordelijke en een oostelijke tak (DE VRIES en VAN REES VELLINGA, 1972), kaart I, bijlage 1.

Over de ouderdom van dit plaatselijk meer dan 50 m diepe 'dal' van Winterswijk bestaat nog onzekerheid. De geul is opgevuld met fluvioglaciaal materiaal van de Formatie van Drenthe, bestaande uit matig grove tot middel grove grindhoudende zanden. Boven het Fluvioglaciaal ligt een pakket van grove grindhoudende zanden van de Formatie van Kreftenheye. Dit pakket van watervoerende lagen wordt aan de bovenzijde afgedekt door een laag dekzand, bestaande uit

middel fijn, slibhoudende zand van de Formatie van Twente.

Dicht bij Corle is de waterwinning van de gemeente Winterswijk in deze geul gelegen.

Op plaatsen waar het water om de een of andere reden stagneerde kan in het Holoceen veengroei zijn opgetreden. Het Korenburgerveen is hier een duidelijk voorbeeld van.

III. BODENGEBRUIK EN VEEBEZETTING

Ongeveer 20% van het landbouwareaal is in gebruik voor de akkerbouw en 80% als weiland. Tuinbouw komt slechts in zeer beperkte mate voor. De akkerbouw is in de meeste gevallen geconcentreerd op de ten opzichte van de omgeving hoger gelegen velden.

Een deel van het gebied bestaat uit natuurgebieden en uit gebieden met een grote natuurwetenschappelijke waarde; het Korenburgerveen s.l. is verreweg het grootste natuurgebied.

Het ruilverkavelingsblok is gelegen in vier gemeenten, namelijk: Eibergen, Groenlo, Lichtenvoorde en Winterswijk. Via de jaarlijkse metelling is een overzicht verkregen van de totale veebezetting. De verschillende diersoorten zijn omgerekend naar veevoeder-grootvee-eenheden volgens KOLENBRANDER en DE LA LANDE CREMER, 1967. De resultaten zijn voor het jaar 1975 in tabel 1 weergegeven.

Tabel 1. Veebezetting in 1975 in vier gemeenten in Oost-Gelderland, uitgedrukt in veevoeder-grootvee-eenheden (V.G.E.) per hectare cultuurland en per hectare grasland

	Eibergen	Groenlo	Lichten- voorde	Winterswijk
G.V.E./ha cult.grond	5,37	5,51	5,95	4,38
G.V.E./ha grasland	6,27	6,90	6,83	5,61

Uit de metelling bleek eveneens, dat 90% van de veebezetting, uitgedrukt in G.V.E., wordt bepaald door runderen en varkens, ieder

ongeveer 45%. Het aandeel van het mestvee ligt bij de runderen onder de 10%, terwijl bij varkens het grootste deel uit mestvarkens bestaat.

De veebezetting ligt in de vier gemeente op een hoog niveau. In de gemeente Winterswijk, waarin het grootste deel van het ruilverkavelingsblok is gelegen, ligt de veebezetting op een wat lager niveau. Op de zandgronden is Brabant, Gelderland en Overijssel worden overeenkomstige veebezettingsniveaus aangetroffen (STEENVOORDEN EN OOSTROM, 1973). In Friesland en Drenthe is de veebezetting lager (BOTS, JANSEN en NOORDEWIER, 1978).

IV. PROBLEEMSTELLING

Het onderzoek valt in twee delen uiteen. Enerzijds betreft het een globaal onderzoek naar de samenstelling van grond- en oppervlaktewater in een gebied ten westen van Winterswijk. Hierbij worden de gevonden analyseresultaten niet alleen onderling vergeleken maar ook met de analyseresultaten van andere wateren in Nederland. Getracht zal worden eventuele verschillen te verklaren uit de plaatselijke situatie.

Hiernaast gaat de aandacht speciaal uit naar de samenstelling van het oppervlaktewater in het Korenburgerveen s.l. Het is gebleken dat het veengebied voor een deel is geëutrofiëerd. Nagegaan wordt - waar en in welke mate de samenstelling van het oppervlaktewater afwijkt van de mogelijke te verwachten natuurlijke samenstelling - wat de oorzaak van de eutrofiëring is - hoe de eutrofiërende invloeden kunnen worden gestopt en - hoe het veengebied in zijn natuurlijke situatie kan worden teruggebracht.

V. METHODE VAN ONDERZOEK

Het onderzoek betrof op de eerste plaats het inventariseren van reeds bestaande gegevens. Van de hiernavolgende gegevens is gebruik gemaakt.

- Voor de samenstelling van het diepe grondwater (dieper dan 5 meter beneden grondwaterspiegel) zijn de gegevens uit het geohydrologisch archief van het Rijksinstituut van Drinkwatervoorziening (RID) gebruikt. Het betrof hier de kaartbladen: 34D, 34G, 41B, 41D, 41E en 41G voor zover op Nederlands grondgebied liggend. Het blijkt dat over de samenstelling van het grondwater in het ruilverkavelingsgebied slechts zeer weinig gegevens bekend zijn (krt bladen 34G, 41E en 41G). Daarom zijn de boringen op de kaartbladen 34D, 41B en 41D ook in bewerking genomen. Hierbij moet worden bedacht dat de meeste boringen van de kaartbladen 34D, 41B en 41D ten westen van de terrasrand zijn gelegen. Het waterbedrijf van de gemeente Winterswijk heeft gegevens van het grondwater bij het pompstation Corle beschikbaar gesteld.
- Voor de samenstelling van het oppervlaktewater zijn de gegevens afkomstig van het zuiveringsschap Oost-Gelderland en van ir. D. van Dam van de afdeling Regionale Bodemkunde van de Landbouw Hogeschool. Van het Zuiveringsschap zijn een aantal monsterpunten in de Boven Slinge, de Groenlosche Slinge en de Baakse Beek over de periode oktober 1974-april 1978 in bewerking genomen. Het betreft monsterpunten die regelmatig worden bemonsterd. Een aantal studenten hebben in het kader van hun afstuderen watermonsters in het Korenburgerveen s.l. genomen en geanalyseerd. De watermonsters zijn uitsluitend in het zuidelijk van de spoorlijn gelegen deel genomen. Veelal waren het eenmalige bemonsteringen.
Het Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding (ICW) heeft zelf de volgende gegevens verzameld:
 - Een elftal waterlopen zijn in oktober en december 1977 en in januari 1978 bemonsterd. In het watermonster zijn de volgende parameters bepaald: chemische zuurstofverbruik, biologisch zuurstofverbruik, nitraat, anorganisch ammonium, Kjeldahl-stikstof, totaal- en orthofosfaat, chloride, zuurgraad en het elektrisch geleidingsvermogen. Calcium, magnesium, natrium, kalium, sulfaat en bicarbonaat zijn alleen in januari 1978 bepaald. De monstername werd het monster in 5 fracties verdeeld, en wel als volgt:

- 100 cc voor een direkte pH-meting in het veld;
- 250 cc werd gefiltreerd over een membraamfilter met een poriën-
diameter van 0,8 μm voor de orthofosfaatbepaling;
- 500 cc werd aangezuurd tot $\text{pH} = 1$ voor de bepaling van stikstof-
verbindingen (NO_3^- , NH_4^+ en $\text{K}_j - \text{N}$);
- 1500 cc werd niet behandeld voor de bepaling van totaal-fosfaat,
COD, BOD en de macro-ionen;
- 250 cc werd onbehandeld meegenomen naar het Instituut voor de
E.G.V.-bepaling.

Voor de bepaling van het zuurstofgehalte werd een zuurstofflesje
met water gevuld en direkt in het veld gefixeerd met mangaansul-
faat en alkalische jolide oplossing.

- In het Korenburgerveen s.l. is de zuurgraad (pH), elektrisch ge-
leidingsvermogen (E.G.V.) en het chloridegehalte van een groot
aantal wateren bepaald ter aanvulling van de gegevens van de stu-
denten om zodanig een overzicht van de samenstelling van het
oppervlaktewater in het Korenburgerveen te krijgen.
- Het ondiepe grondwater in het Korenburgerveen s.l. (zowel het
grondwater in het veen als in het onderliggende zandpakket) is be-
monsterd om mogelijke eutrofiëring via het grondwater te bestude-
ren.

VI. SAMENSTELLING GRONDWATER

VI.1. A l g e m e e n

De analyseresultaten van de grondwatermonsters zijn afkomstig
uit diepe en ondiepe filters (van 5 tot 55 m-maaiveld), oude en meer
recente boringen (van 1923 tot 1969), terwijl de boringen niet regel-
matig over het gebied verspreid liggen. In een aantal gevallen zijn
de boringen geconcentreerd in dorpen of bij industrievestigingen.

Zoals in hoofdstuk 2 is gezegd bevinden de tertiaire afzettingen
(d.i. de basis van het watervoerend pakket) zich in belangrijke de-
len van het gebied dicht onder de oppervlakte. Dit heeft ook zijn
consequenties voor de diepten waarop de filters staan. De reeds eer-

der vermelde terrasrand loopt via de kaartbladen 41D, 41B en 34D. Ten westen van de terrasrand ligt op de beschouwde kaartbladen de onderkant van de filters niet dieper dan 30 m-m.v. Ten oosten van de terrasrand is de diepteligging van de filters afhankelijk van de aanwezigheid van kwartaire geulen. In de kwartaire geul ten westen van Winterswijk zijn er filters die op 55 m-m.v. staan. Buiten de geulen (hierbij gaat het slechts om weinig boringen) staan de filters niet dieper dan 10 m-m.v.

VI.2. Chloride

De chloridegehalten overschrijden in het algemeen niet de 100 mg Cl/l; 37% van alle boringen heeft een chloridegehalte van meer dan 50 mg Cl/l en 44% heeft een chloridegehalte tussen de 20 en 50 mg Cl/l. Bij Dinxperlo (krt blad 41D) is een boring met een chloridegehalte van 628 mg Cl/l. Indien de neerslag de enige chloridebron van het grondwater is, zullen in het algemeen de chloridegehalten beneden de 20 mg Cl/l blijven. Slechts 24 (17%) boringen hebben een chloridegehalte lager dan 20 mg Cl/l, de filters van deze boringen staan bijna allemaal dieper dan 20 m-m.v. Bij boringen die meerdere filters op verschillende diepten hebben, wordt telkens in het diepe filter lagere chloridegehalten gevonden dan in het ondiepe filter, bij een drietal boringen op kaartblad 41B (boring nr 32, 53, 62) is echter het omgekeerde het geval.

Het aanwezig zijn van nitraat in het grondwater duidt op vervuiling. Van de 39 filters waar nitraat werd aangetoond (d.i. 28% van alle monsters waarin nitraat werd bepaald), hadden 37 er een chloridegehalte hoger dan 40 mg Cl/l (fig. 1).

Het feit dat de ondiepe filters hogere chloridegehalten hebben en de aanwezigheid van nitraat gepaard gaande met hoge chloridegehalten duidt erop, dat de voor een zandgebied vrij hoge chloridegehalten een gevolg is van verontreinigingen en/of uitspoeling van landbouwgronden, te meer omdat door de ondiepe ligging van de filters vervuiling snel tot de filters kan doordringen. Tevens liggen een aantal boringen dicht bij dorpen en industrieterreinen. Een mogelijke chloridetoename door de aanwezigheid van mariene teritaire afzettingen is niet duidelijk aantoonbaar.

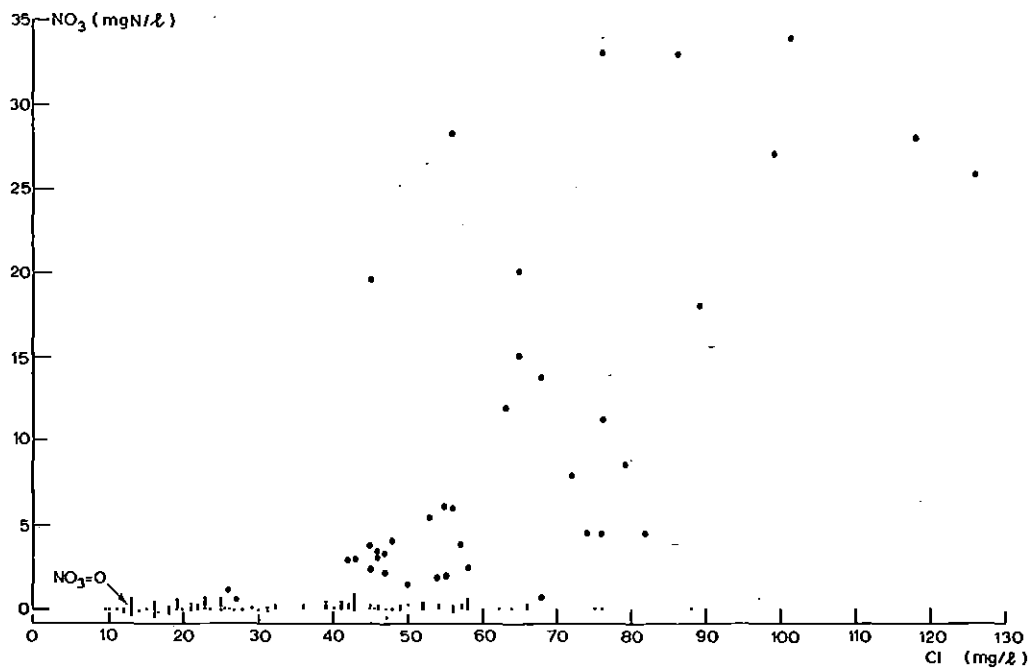


Fig. 1. Verband nitraat- en chloridegehalten in het grondwater

VI.3. St i k s t o f e n f o s f a a t

In tabel 2 is de verdeling van de anorganisch ammonium-stikstof-gehalten en de orthofosfaatgehalten over een aantal klassen weergegeven.

Tabel 2. Verdeling in procenten van alle grondwatermonsters op de kaartbladen 34D en G, 41B, B, E en G over vijf stikstof- en vijf fosfaatklassen

			%				%
0 - 0,20	NH ₄ - N mg/l	34	0 - 0,05	PO ₄ - P mg/l	41		
0,20 - 0,40	"	24	0,05 - 0,10	"	21		
0,40 - 0,70	"	23	0,10 - 0,15	"	13		
0,70 - 1,0	"	7	0,15 - 0,25	"	21		
> 1,0	"	12	> 0,25	"	4		
n = 119			n = 86				

Het stikstofgehalte ligt op een iets hoger niveau dan de stikstofgehalten in het grondwater van het zandgebied in het Noorden des Lands; de fosfaatgehalten liggen ongeveer op hetzelfde niveau (BOTS, JANSEN en NOORDEWIER, 1978).

Opvallend is dat in de door De Vries en Van Rees Vellinga gevonden geul gemiddeld lagere stikstof- en fosfaatgehalten worden gevonden dan in de boringen ten westen van de terrasrand. Er is getracht de gevonden verschillen te verklaren uit het agrarische stofgehalte, bepaald als KMnO_4 . Een licht verband is er te constateren tussen het KMnO_4 -verbruik en het anorganisch ammoniumgehalte; de correlatiecoëfficiënt is 0,42 bij $n = 79$ en boringen dieper dan 12 m. Het verband tussen orthofosfaat en het KMnO_4 -verbruik is gering. Vooral opvallend zijn de gevonden gehalten op kaartblad 41D. In de 'geul' worden zowel lage KMnO_4 -verbruik-, lage anorganisch ammonium- als lage orthofosfaatgehalten gevonden.

In twee grafieken (fig. 2 en 3) zijn de hiervoor vermelde relaties uitgezet. Alleen de boringen dieper dan 12 m-m.v. zijn in bewerking genomen aangezien de kans, dat ondiepere boringen in sterke mate zijn verontreinigd, aanzienlijk is. Ten aanzien van het KMnO_4 -verbruik is geen onderscheid gemaakt tussen het gebruik in ongefiltreerd dan wel gefiltreerd water.

VI.4. V e r h o u d i n g s u l f a a t / c h l o r i d e

In navolging tot het geohydrologisch onderzoek in de Gelderse Achterhoek is de sulfaat-/chlorideverhouding, uitgedrukt in meq/l/meq/l, bepaald. Het blijkt dat het sulfaatgehalte toeneemt bij stijgende chloridegehalten (fig. 4). Bij boringen met filters dieper dan 15 m-m.v. ligt het sulfaatgehalte, bij chloridegehalten tot 20 mg Cl/l, beneden de 5 mg SO_4 /l en neemt het sulfaatgehalte toe tot ca. 60 mg SO_4 /l bij chloridegehalten van ca. 55 mg Cl/l. Bij boringen met filters ondieper dan 15 m-m.v. wordt in een aantal gevallen nog hogere chloride- en sulfaatgehalten aangetroffen.

ERNST, DE RIDDER en DE VRIES, 1970, beschouwden het sulfaatgehalte ten opzichte van het chloridegehalte omdat de chlorideconcentratie, in tegenstelling tot de sulfaatconcentratie, nauwelijks

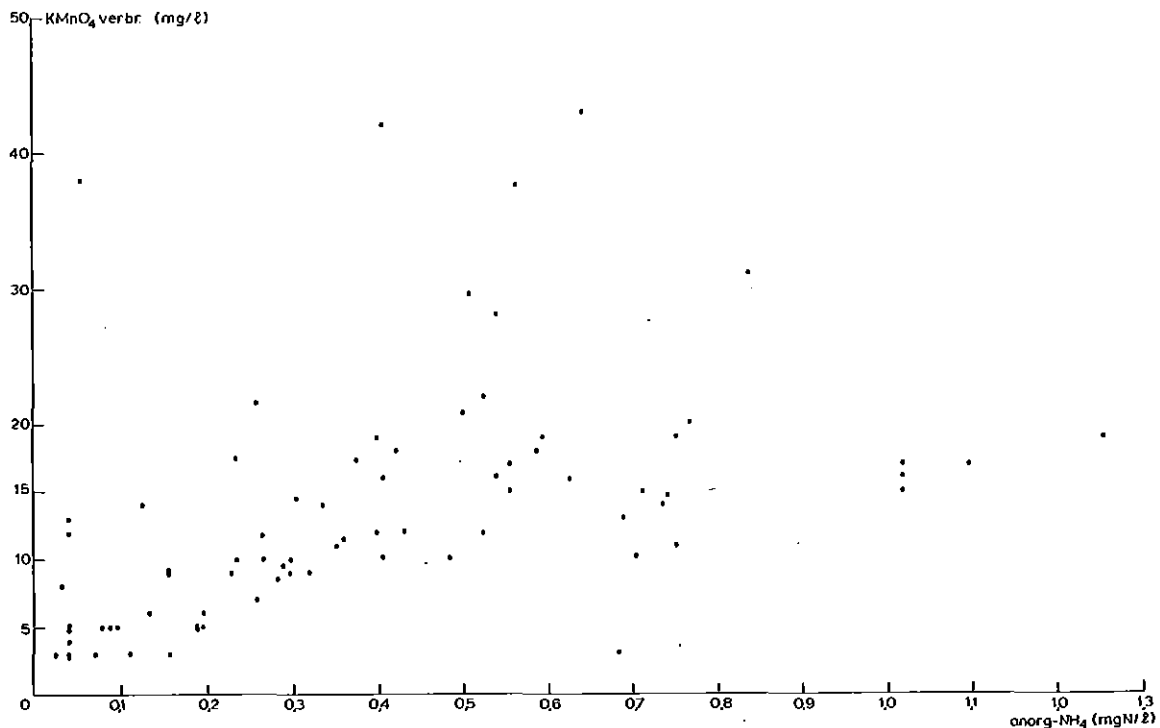


Fig. 2. Verband anorganisch ammonium en kalium per manganaatverbruik in het grondwater dieper dan 12 m-m.v.

wordt beïnvloed door oxydatie-reductieprocessen, zodat veranderingen in sulfaatconcentratie, die het gevolg zijn van deze processen, duidelijk naar voren komen. Een lage sulfaat-/chlorideverhouding duidt op reductie van sulfaat, hetgeen optreedt bij lage redoxpotentialen. Lage redoxpotentialen zijn te verwachten in watervoerende pakketten die rijk zijn aan organische stof en arm zijn aan zuurstof. In het onderhavige onderzoek is geen duidelijk verband aanwezig tussen het organische stofgehalte (bepaald als KMnO_4 -verbruik) en sulfaat-/chlorideverhouding. Dit verband was ook niet te verwachten, aangezien het chloridegehalte door menselijke beïnvloedingen in dit gebied niet constant is. Evenals het nitraat is het sulfaat in een aantal gevallen, vooral de ondiepere boringen, een gevolg van verontreinigingen.

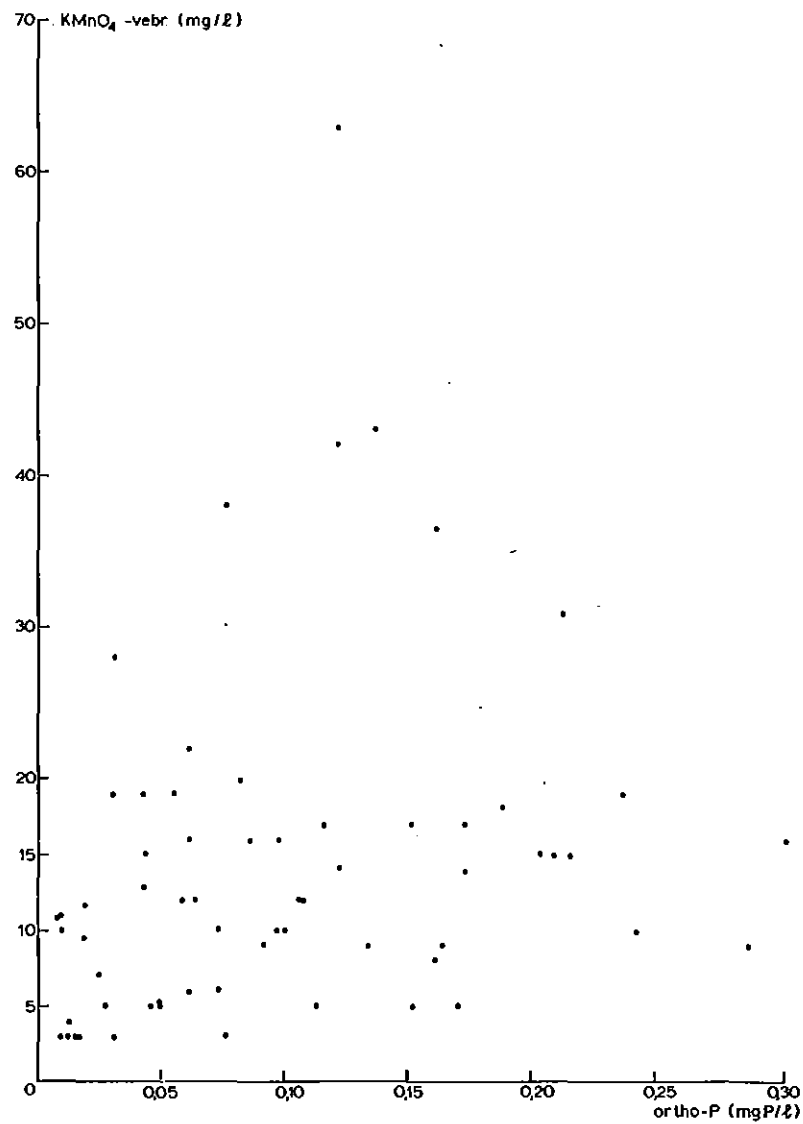


Fig. 3. Verband orthofosfaat en kalium per manganaat verbruik in het grondwater dieper dan 12 m-m.v.

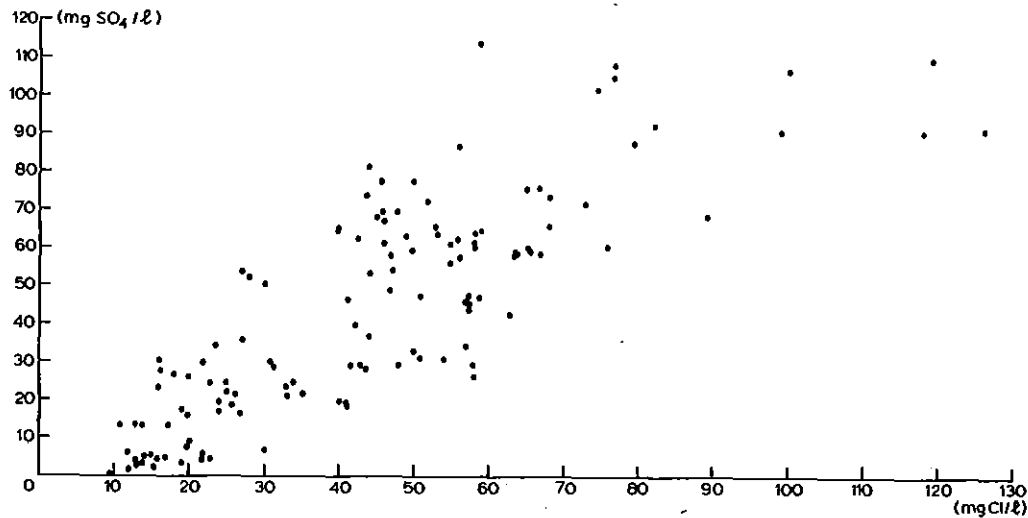


Fig. 4. Verband sulfaat- en chloridegehalten in het grondwater

VI.5. Ionendiagrammen

Het type dat algemeen voorkomt is het calciumbicarbonaat-type. Een aantal malen wordt een afwijkende vorm gevonden, die niet tot een van de gedefinieerde typen behoren (BOTS, JANSEN en NOORDEWIER, 1978). Hoogstwaarschijnlijk is dit een gevolg van vervuiling. Het infiltratie-type dat gekenmerkt wordt door een laag totaal ionenconcentratie wordt op zandgebieden regelmatig aangetroffen, vooral in infiltratiegebieden waar door uitloging weinig ionen kunnen worden opgenomen. In het onderzochte gebied komt het infiltratie-type niet voor. De som van kationen en anionen is in alle gevallen groter dan 4 meq/l.

De waarden van het elektrisch geleidingsvermogen liggen in de orde van grootte van 200 tot 600 $\mu\text{mho/cm}$.

VI.6. Pompstation Corle

Het pompstation Corle onttrekt water uit de 'geul' ten westen van Winterswijk op een diepte van 30 tot 50 m-m.v. ten behoeve van het waterbedrijf van de gemeente Winterswijk. De eerste chemische waarnemingen stammen uit 1923, het jaar dat gestart werd met de ont-trekking. In een grafiek (fig. 5) zijn de sulfaat-, E.G.V.- en chlo-

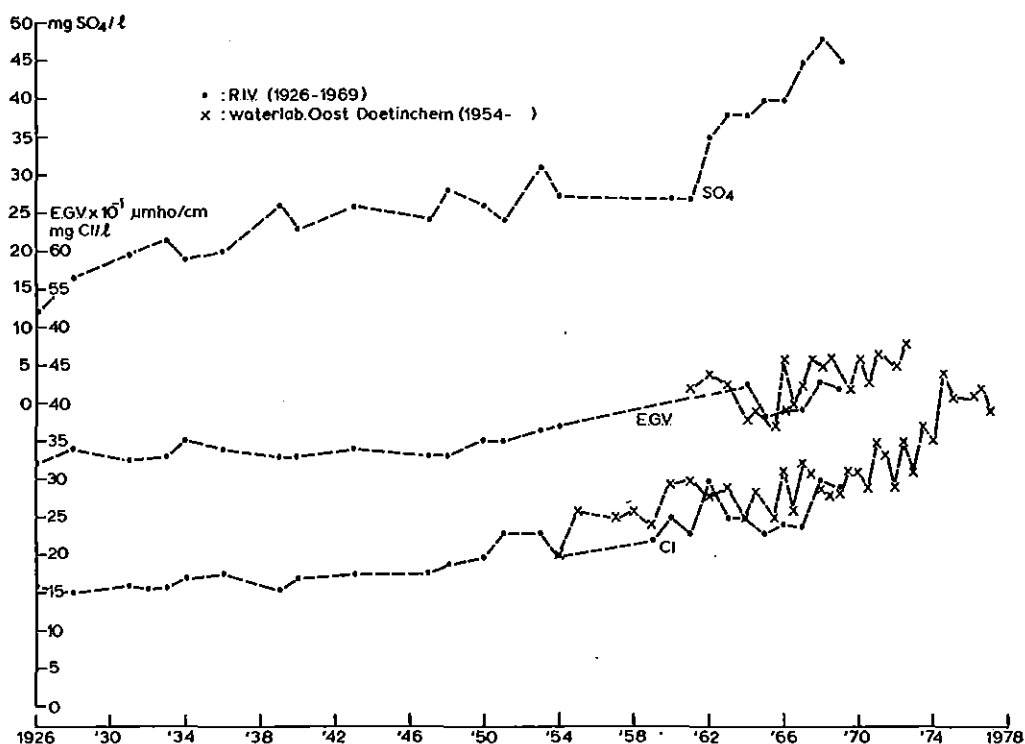


Fig. 5. Elektrisch geleidingsvermogen, chloride- en sulfaatgehalten van het ruwe water van het pompstation Corle in de periode 1926-1977

ridegehalten van het opgepompte ruwe water uitgezet. Het blijkt dat de drie componenten in de tijd een verhoging te zien geven. Het chloridegehalte stijgt van 15 tot 40 mg Cl/l, de E.G.V. van 330 tot 450 µmho/cm en het sulfaat van 20 tot 45 mg SO₄/l. Na 1960 stijgen de verschillende componenten sneller. In de loop der jaren is het verbruik toegenomen tot 2 161 249 m³/jaar in 1975 (VEWIN, 1976), regelmatig zijn er nieuwe bronnen in produktie genomen en oude bronnen afgesloten. Deze toename in concentraties kan in principe verschillende oorzaken hebben:

- door de grotere wateronttrekking wordt water met een andere chemische samenstelling (b.v. uit de mariene tertiaire lagen) aangetrokken,
- door de gestegen landbouwactiviteiten zijn de gehalten in het grondwater gestegen,

- de filters zijn gelegen onder een afsluitende kleilaag (persoonlijke mededeling Waterbedrijf gemeente Winterswijk). Het is mogelijk dat door lekken in deze kleilaag een dichtheidsstroom vanuit het ondiepe grondwater naar de filters optreedt,
- verandering van de samenstelling van de neerslag,
- een combinatie van voornoemde factoren.

Onderzoek naar de verandering in samenstelling bij het opgepompte water bij het pompstation 'de Pol' in de Gelderse Achterhoek toonde aan, dat de parameters Cl, E.G.V. en SO_4 hier eveneens toenamen met de tijd en wel in dezelfde orde van grootte als bij het pompstation te Corle. Als mogelijke oorzaken van de stijging werden genoemd (HAGEN, 1978):

- intensivering van de menselijke activiteiten op de bodem
- kwaliteitsverandering van de infiltrerende neerslag
- verandering van het intrekgebied bij toenemende winning
- verandering van het grondwaterstromingspatroon

Een onderzoek naar de ouderdom van het opgepompte water (C_{14} - en tritiumbepaling) zou wellicht een oplossing kunnen geven over de bron van het water, namelijk: oud water uit het Tertiair en/of recent geïnfiltreerd water. Verder onderzoek naar de samenstelling van de verschillende putten kan informatie geven over het aandeel van die putten in de totale hoeveelheid opgepompte water.

VII. SAMENSTELLING OPPERVLAKTEWATER

VII.1. Samenstelling van de door het zuiveringsschap Oostelijk Gelder- land bemonsterde oppervlaktewa- teren

Door het zuiveringsschap Oostelijk Gelderland worden in of nabij het onderzoeksgebied de volgende wateren bemonsterd: (zie kaart 1, bijlage 1)

- Boven Slinge (m.p. BS_0 , BS_1 , BS_2)
- Groenlosche Slinge (m.p. $G.S_2$, GS_4)

- Ratumse Beek (m.p. Rtb_0 , Rtb_1)
- Beurzer Beek (m.p. BZ b)
- Wehmer Beek (m.p. $G.S_1$)

De Boven Slinge ligt in het waterschap de Oude IJssel en de vier andere wateren in het waterschap van de Berkel. Even ten noorden van Winterswijk komen de Ratumse Beek en de Wehmer Beek samen, die dan gezamenlijk verder gaan als Groenlosche Slinge. Ongeveer 2 km stroomafwaarts van dit punt stroomt het water van de Beurzer Beek in de Groenlosche Slinge. De gemiddelde winter- en zomergehalten van een aantal parameters in de periode 1 oktober 1974 tot 1 april 1978 staan vermeld in bijlage 2.

De samenstelling van het water in de Boven Slinge wordt gekenmerkt door een matige zuurstofhuishouding en hoge stikstof- en fosfaatgehalten. De zuurstofhuishouding is bepaald volgens de methode vermeld in het Indikatief Meerjarenplan (MINISTERIE VAN VERKEER EN WATERSTAAT, 1975. Waarschijnlijk door verdunning met water van een betere kwaliteit en/of zelfreiniging heeft het water bij m.p. BS_2 een betere kwaliteit dan de stroomopwaarts gelegen m.p. BS_1 en BS_0 . De verontreinigingen op de Boven Slinge vinden zowel plaats in Duitsland (m.p. BS_0 is op de grens gelegen) als in Nederland.

In het stroomgebied van de Groenlosche Slinge hebben de monsterpunten BZ b, Rtb_0 , Rtb_1 en GS_1 een goede zuurstofhuishouding, tamelijk lage fosfaatgehalten en vooral in de winterperioden vrij hoge stikstofgehalten. De stikstof is in belangrijke mate aanwezig in de vorm van nitraat. Bij geringe vervuiling is de aanwezige nitraat in het oppervlaktewater hoofdzakelijk afkomstig van uitspoeling van landbouwgronden, in perioden met een groot neerslagoverschot worden hoge nitraatgehalten gevonden. Door de gemaakte indeling in winter- en zomerperioden en door het geringe aantal bemonsteringen per periode kunnen ten aanzien van de verschillen in nitraatgehalten per periode niet te veel conclusies worden getrokken. De m.p. GS_2 en GS_4 vallen op doordat ten opzichte van de m.p. BZ b, Rtb_0 , Rtb_1 en GS_1 de fosfaat- en chloridegehalten sterk zijn toegenomen, terwijl de zuurstofhuishouding op hetzelfde niveau ligt (tabel 3, bijlage 2).

Tabel 3. Gemiddelde waarden voor chloride, E.G.V., fosfaat en zuurstofhuishouding van 5 wateren in het stroomgebied van de Groenlosche Slinge over de periode 1-10-1974 tot 1-4-1978 (n = aantal bemonsteringen)

		n	BZ b	n	Rtb ₁	n	GS ₁	n	GS ₂	n	GS ₄
Cl ⁻	(mg/l)	14	57	22	74	27	43	28	136	27	123
E.G.V.	(µmho/cm)	14	650	22	740	27	740	28	900	27	870
Ortho-P	(mg/l)	14	0,04	22	0,05	27	0,14	28	1,7	27	1,1
Tot.-P	(mg/l)	12	0,06	20	0,08	24	0,21	25	1,9	24	1,3
O ₂ -huishouding	(punten)	14	5,29	22	4,91	27	4,78	28	5,57	27	5,00
O ₂ -huishouding	(klasse)		2		2		2		2		2

De ortho- en totaal-fosfaatgehalten vertonen grote overeenkomst, aangezien beide bepaald zijn na filtratie over een glasfilter. Uit tabel 3 blijkt duidelijk dat ondanks de grote overeenkomst in de zuurstofhuishouding er grote verschillen in chloride- en fosfaatgehalten optreden.

De zuurstofhuishouding van een water wordt volgens het Indicatief Meerjarenprogramma van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat berekend uit het biologisch zuurstofverbruik, het zuurstofverzadigingspercentage en het anorganisch ammoniumgehalte. Toevoeging van stikstof en fosfaat aan een water heeft in het algemeen een verhoging van de primaire produktie tot gevolg waardoor de zuurstofhuishouding in negatieve zin wordt beïnvloed. De sterke toename van het fosfaatgehalte bij ongeveer gelijkblijvende zuurstofhuishouding in het traject GS₁ - GS₂ duidt erop dat fosfaat niet beperkend is voor de algengroei en/of dat er andere factoren aanwezig zijn die de overdadige groei van waterorganismen remmen. Bij uitstroming van dit water in een ander water kan het fosfaat wel een belangrijke rol spelen met betrekking tot de primaire produktie in het ontvangend water.

Uit voorafgaande blijkt duidelijk dat voor dit soort wateren een beoordelingssysteem louter op grond van de zuurstofhuishouding niet voldoet. In een waterbeoordelingssysteem zullen alle gehalten

die hoger zijn dan de natuurlijk te verwachten gehalten ingebouwd moeten worden. Bekeken zal moeten worden of een biologisch beoordelingssysteem in deze gevallen een beter resultaat geeft; niet alleen een verhoging van de primaire produktie, maar ook een verschuiving in de soorten samenstelling is hierbij van belang.

Tussen de m.p. Rtb₁, GS₁ enerzijds en GS₂ anderzijds (afstand ca 5 km) moet een bron zijn die de hoge fosfaat- en chloridegehalten veroorzaakt. Uit eigen onderzoeken is gebleken dat het water van de Beurzerbeek (instromingspunt tussen de m.p. GS₁ en GS₂) van goede kwaliteit is. Verantwoordelijk voor de hoge gehalten is hoogstwaarschijnlijk de rioolzuiveringsinstallatie van de gemeente Winterswijk. In de periode 24-11-1976 tot 25-5-1978 is het effluent van de zuiveringsinstallatie gedurende 37 dagen bemonsterd. Het gemiddelde chloride-, nitraat- en totaal-fosfaatgehalte is respectievelijk: 263 mg Cl/l, 7,7 mg NO₃ - N/l en 6,5 mg P/l, hierbij waren de chloride- en de fosfaatgehalten gedurende de periode redelijk constant. Wat betreft nitraat werden in de winter hogere gehalten gevonden dan in de zomer.

In fig. 6 zijn voor de m.p. GS₁ tot en met GS₆ in het tijdvak 1-10-1974 - 1-4-1978 de chloridegehalten uitgezet; m.p. GS₁ is nabij Winterswijk en m.p. GS₆ dicht bij het instromingspunt in de Berkel gelegen. De m.p. GS₁ tot en met GS₅ zijn telkens op dezelfde dag bemonsterd; m.p. GS₆ is niet op dezelfde dag bemonsterd als GS₁ tot en met GS₅, tevens was de bemonsteringsfrequentie tweemaal zo groot. In de figuur is ook de maandelijkse hoeveelheid neerslag van het regenwaarnemingsstation Winterswijk weergegeven.

Ondanks het geringe aantal waarnemingen kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- GS₁ onderscheidt zich duidelijk van de andere monsterpunten,
- de maximale chloridegehalte zijn voor GS₂ en GS₄ hoger dan voor GS₅ en GS₆,
- voor de m.p. GS₁ tot en met GS₆ is er een zekere relatie met de hoeveelheid neerslag; namelijk de natte herfst 1974, de droge nazomer 1975, de droge zomer 1976, zijn terug te vinden in de chloridegehalten.

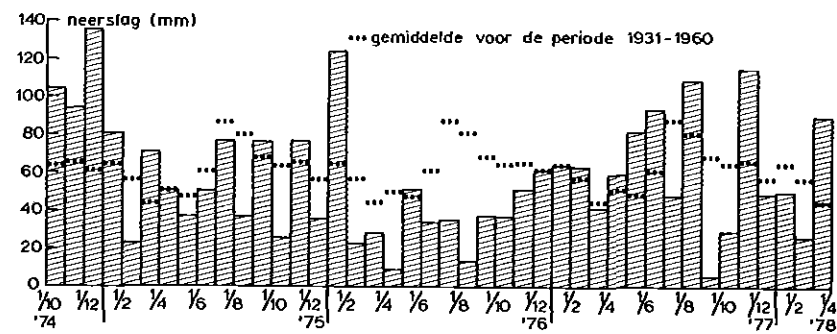


Fig. 6. Chloridegehalten van de monsterpunten GS₁, GS₂, GS₄, GS₅, GS₆ en de neerslag te Winterswijk in de periode 1-10-1974 tot 1-4-1978

De afvoer van de beek varieert sterk met de hoeveelheid neerslag. De zuiveringsinstallatie loost een vrij constante hoeveelheid effluent met een chloridegehalte dat niet erg varieert. In droge periodes met een geringe afvoer zal de invloed van het effluent op de

samenstelling van het water in de Slinge groot zijn en in natte periodes gering.

Het is van belang te weten of ook andere parameters, met name stikstof en fosfaat, zulke schommelingen als het chloride-ion vertonen. In fig. 7 zijn voor m.p. G.S₂ stikstof in de vorm van nitraat en totaal-fosfaat uitgezet in de periode 1-10-1974/1-4-1978. Het blijkt dat fosfaat nauw het chlorideverloop volgt en dat nitraat een tegenovergesteld verloop heeft. In fig. 8 en 9 zijn voor de m.p. GS₂ en GS₆ de chloride tegen de fosfaatgehalten uitgezet. Vooral bij m.p. G.S₂ valt er een zeer goed verband te constateren tussen chloride en totaal-fosfaat, de correlatiecoëfficiënt is 0,89 bij 24 waarnemingen. De correlatiecoëfficiënt bij G.S₆ is geringer, namelijk 0,76 bij 49 waarnemingen. Ten opzichte van G.S₂ liggen de chloride- en fosfaatgehalten bij GS₆ op een lager niveau en is in verhouding met de fosfaatconcentratie sneller afgenomen dan de chlorideconcentratie. Dit wordt veroorzaakt door menging met water van een andere samenstelling, terwijl bezinking en vastlegging van fosfaat in het sediment, zeker in de zomerperiode wanneer de beek wordt gestuwd en de stroomsnelheid gering zal zijn, ook een bijdrage kan leveren ter vermindering van de fosfaatconcentratie in het water.

Bij de relatie tussen nitraat en chloride spelen twee factoren een rol, namelijk op de eerste plaats blijkt in de winter wanneer de chloride in het effluent van de zuiveringsinstallatie het meest wordt verdund door de hoge afvoeren in de Groenlosche Slinge de nitraatconcentratie in het effluent maximaal te zijn en op de tweede plaats worden in de winterperiode door nitraatuitspoeling uit landbouwgronden hogere nitraatgehalten in het oppervlaktewater gevonden.

VII.2. Samenstelling van de door het ICW bemonsterde oppervlaktewateren

Op kaart 1, bijlage 1 staan elf monsterpunten en hun bijbehorende stroomgebieden aangegeven. De stroomgebieden van de m.p. 103, 105, 106 en 107 liggen ten westen van de 'geul' tegen de terrasrand. Langs de m.p. 102, 103 en 104 stroomt water vanuit het Korenburgerveen. De stroomgebieden van de m.p. 101, 108, 109, 110 en 111 liggen deels in

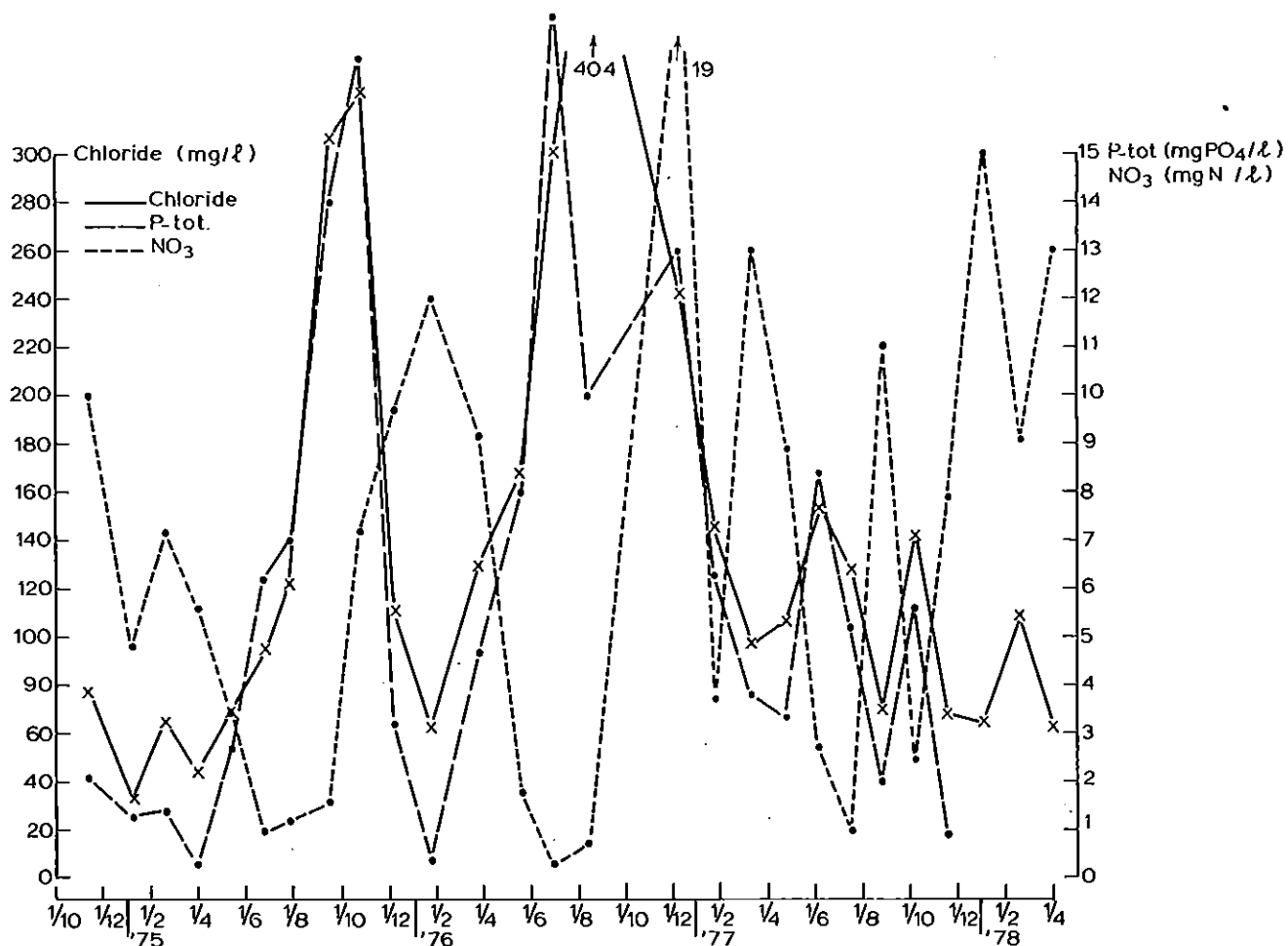


Fig. 7. Chloride-, orthofosfaat- en nitraatgehalten van m.p. GS₂ in de periode 1-10-1974 tot 1-4-1978

en deels buiten de 'geul'. De stroomgebieden van de monsterpunten 108 en 110 liggen gedeeltelijk in Duitsland. De wateren zijn bemonsterd op de data: 20-10-1977; 13-12-1977 en 31-1-1978. De drie data zijn gelegen in een periode waarin in het algemeen een neerslagoverschot is en er afvoer plaats vindt. Aangezien de maanden september en oktober 1977 zeer droog waren (in Winterswijk viel 34 mm regen tegen 133 mm in een normaal jaar) kan de bemonstering op 20-10-1977 nog min of meer representatief voor het zomerhalfjaar worden geacht. Op 31-1-1978 is tevens de ionenbalans bepaald.

De resultaten zijn weergegeven in bijlage 3. Uit de resultaten blijkt dat er geen grote verschillen in chemische samenstelling tussen de monsterpunten zijn te constateren en dat de gehalten op een betrekkelijk laag niveau liggen. Monsterpunt 103 heeft op 20-10-1977

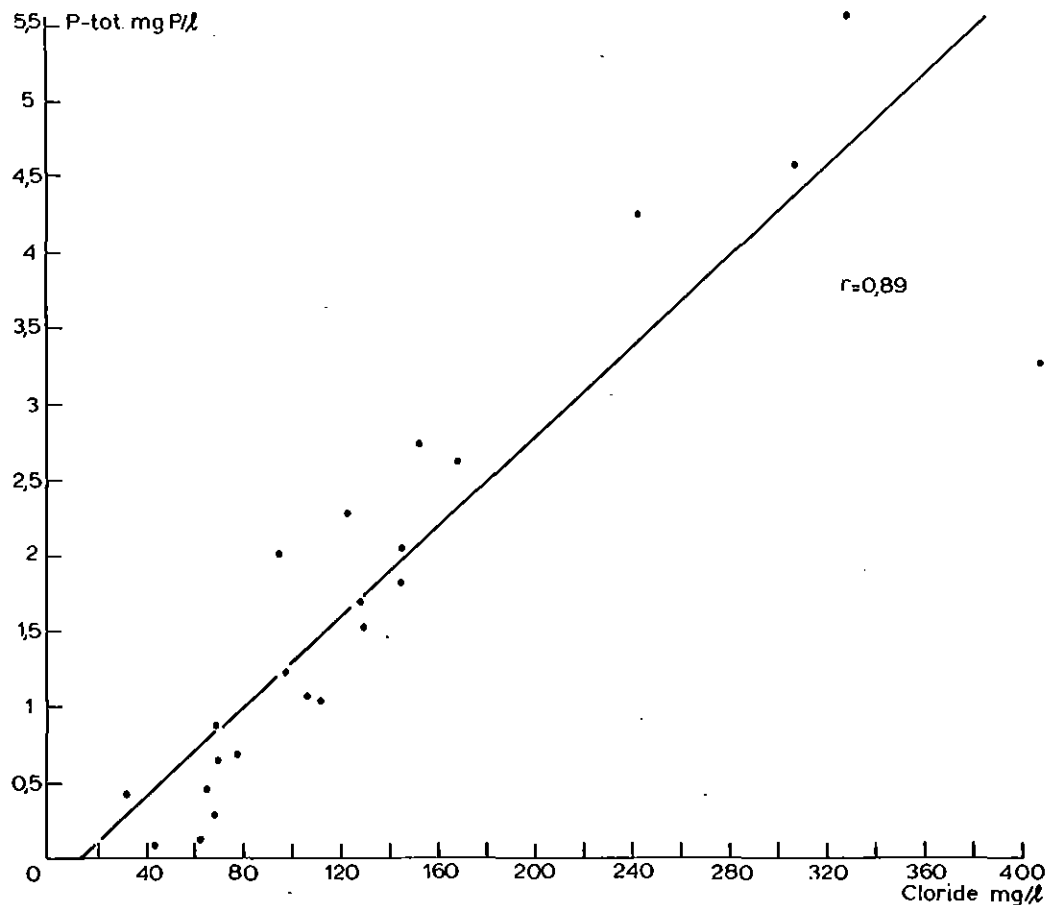


Fig. 8. Verband tussen totaal-fosfaat en chloride bij m.p. G.S₂

een samenstelling die wat betreft enige componenten (Cl, COD, Nk_j, E.G.V.) afwijkt van de andere monsterpunten. Het stroomgebied van m.p. 103 bestaat deels uit landbouwgronden en deels uit natuurgebied. Aangezien bij deze landbouwgronden terriare kleien ondiep voorkomen (STIBOKA, 1978) en het terrein vrij hellend is, valt te verwachten dat na langdurige droogte de afvoer uit het landbouwgebied gering zal zijn. In droge perioden zal de afvoer en dus de samenstelling van het water in belangrijke mate worden bepaald door water uit het veengebied; het chloridegehalte van 16 mg Cl/l wijst in deze richting. Het chloridegehalte van m.p. 102 (29 mg Cl/l is eveneens tamelijk laag en is ook een gevolg van het feit dat het natuurgebied in het stroomgebied van m.p. 102 ligt. Monsterpunt 104 heeft daarentegen een chloridegehalte van 40 mg Cl/l.

De zuurstofhuishouding van de bemonsterde wateren is goed, name-

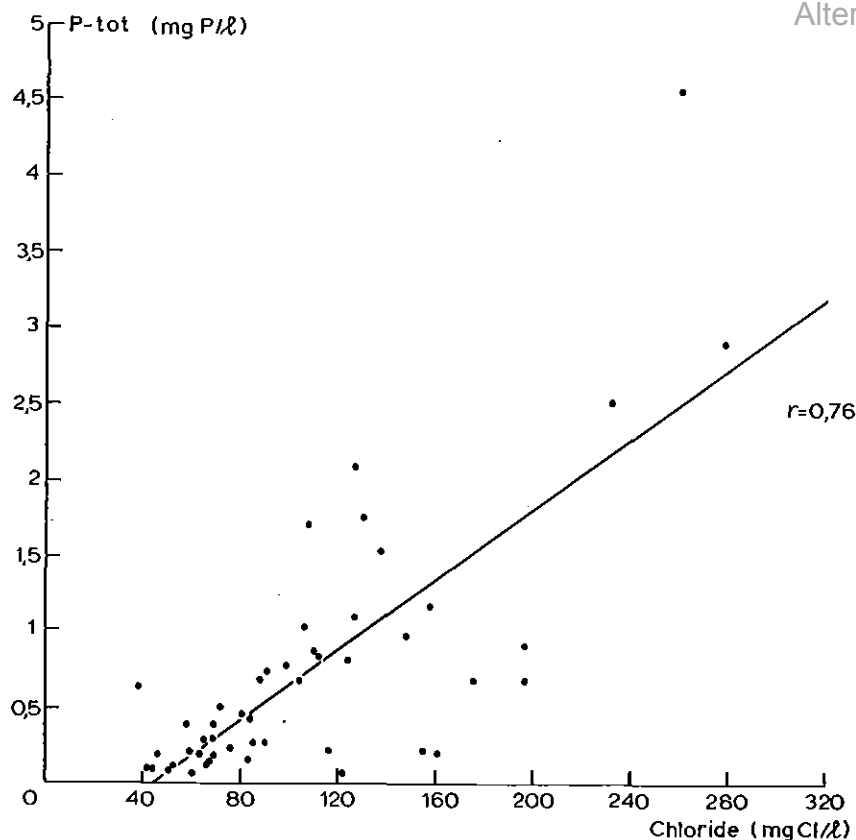


Fig. 9. Verband tussen totaal-fosfaat en chloride bij m.p. G.S₆

lijk klasse 1 en 2. De fosfaatgehalten liggen op een laag niveau; de ortho-fosfaatgehalten liggen vaak zelfs beneden de detectiegrens van 0,01 mg P/l. Opvallend zijn wel de hoge totaal-fosfaatgehalten bij de m.p. 102 en 103 op 20-10-1977. De nitraatgehalten van de elf monsterpunten op de drie data zijn gemiddeld respectievelijk 2,7; 28,4 en 24,3 mg NO₃-N/l. Hiermee wordt bevestigd dat de eerste bemonsteringsronde terecht nog tot de zomerperiode gerekend mag worden. Concluderend kan gesteld worden dat de chemische samenstelling van de bemonsterde wateren overeenkomt met de door het zuiveringsschap bemonsterde Wehmerbeek, Ratumse beek en Beurzer beek.

Aangezien op 31-1-1978 hoge nitraatgehalten werden gevonden zijn in bijlage 4 de ionendiagrammen zowel met als zonder nitraat weergegeven. Bij de diagrammen met nitraat zijn de gehalten natrium en kalium apart aangegeven. Bij de kationen blijkt, dat de hoeveelheid calcium, in meq/l, in alle gevallen meer dan 50% van de totale concentratie kationen uitmaakt. Bij de anionen heeft, wanneer nitraat buiten beschouwing wordt gelaten, sulfaat bij de monsterpunten 101

tot en met 109 de hoogste concentratie. Voor de monsterpunten 110 en 111 is dat het bicarbonaat-ion, deze monsterpunten behoren tot het calciumbicarbonaat-type. De overige monsterpunten behoren tot het sulfaat-type ($[\text{SO}_4^{--}] > [\text{HCO}_3^-]$ en $[\text{SO}_4^{--}] > [\text{Cl}^-]$ in meq/l). In de provincies Groningen, Friesland, Drenthe en Overijssel wordt het sulfaat-type veelal aangetroffen op het klei-op-veen-gebied. Het in het noorden gevonden sulfaat-type wijkt op twee punten af, namelijk de totale ionenconcentratie is groter en de calcium piek is in het ionendiagram ongeveer evenlang als de natrium piek. Bij dit type is het sulfaat afkomstig uit door de zee afgezette klei, waarvan het natrium en chloride is uitgespoeld (BOTS, JANSEN, NOORDEWIER, 1978). De in het onderzoeksgebied ten opzichte van andere zandgebieden hoge sulfaatgehalten is misschien ten dele een gevolg van de mariene tertiaire ondergrond die zich in dit gebied dicht onder de oppervlakte bevindt.

Worden de gehalten van de verschillende ionen die tesamen het ionendiagram vormen beschouwd, dan blijkt dat de monsterpunten 103, 105, 106 en 107 afwijken van de andere monsterpunten (tabel 4). De monsterpunten 102 en 104 blijven buiten beschouwing, aangezien hun stroomgebieden deels uit natuurgebieden bestaan.

Tabel 4. pH en concentratie in mg/l van een aantal ionen bij 9 monsterpunten op 31-1-1978

Monsterpunt	pH	K^+	NO_3^-	SO_4^{--}	Mg^{++}	Na^+	Cl^-	HCO_3^-	Ca^{++}
101	7,4	16	46	147	12	26	50	161	108
103	6,6	25	204	97	16	24	53	10	73
105	6,1	36	170	130	15	24	62	22	80
106	6,3	28	164	133	14	26	56	17	80
107	6,6	19	148	119	14	23	54	32	79
108	7,1	17	120	129	12	20	50	85	95
109	7,2	17	100	110	13	22	55	138	99
110	7,4	10	53	103	8	18	49	146	97
111	7,3	9	45	84	8	20	50	156	91

Vooraf de parameters pH, N^+ , NO_3^- , HCO_3^- en Ca^{++} van de m.p. 103, 105, 106 en 107 verschillen met de overige m.p. In fig. 10 is als voorbeeld het verband $\text{NO}_3^- - \text{HCO}_3^-$ en $\text{NO}_3^- - \text{K}^+$ weergegeven. Een verklaring van deze verschillen kan wellicht worden gevonden in de geologische gesteldheid van het gebied. De stroomgebieden van de m.p. 103, 105, 106 en 107 zijn buiten 'de geul' gelegen waar de ondoorlatende tertiaire ondergrond zich op geringe diepte onder de oppervlakte bevindt. Hierdoor zal de neerslag die in de grond filtreert slechts een korte weg door de bodem afleggen en zal op zijn weg weinig stoffen (calciumcarbonaat) kunnen oplossen. Kalium en nitraat die beide via bemesting op het land worden gebracht, zullen door de relatief korte weg door de bodem weinig verandering in concentratie ondergaan, daar biochemische en/of adsorptie processen slechts in geringe mate plaatsvinden. De chloridegehalten, die niet betrokken zijn bij biochemische en adsorptie processen, vertonen geen grote verschillen tussen de verschillende monsterpunten.

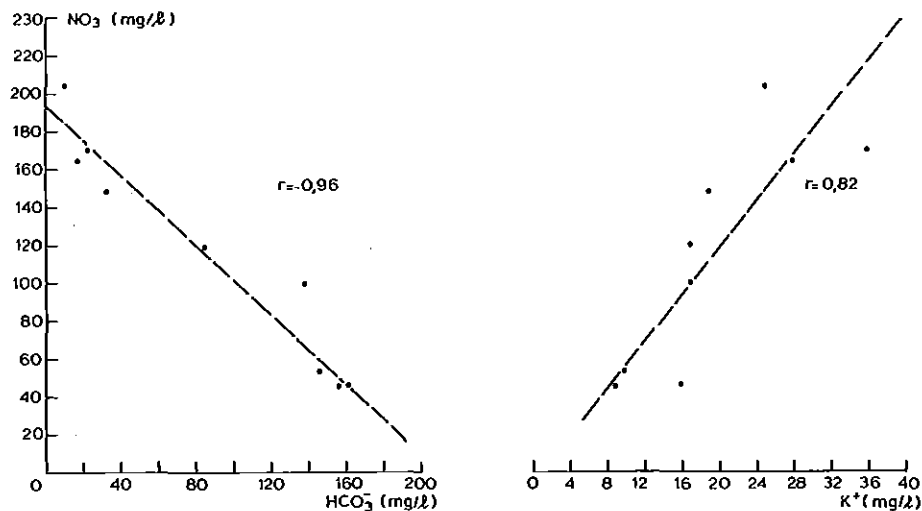


Fig. 10. Verband nitraat en bicarbonaat en verband nitraat en kalium in 9 oppervlaktewateren

VIII. WATERKWALITEIT KORENBURGERVEEN s.l.

VIII.1. A l g e m e e n

Het veengebied is ca. 4 km ten noord-westen van Winterswijk gelegen. Op kaart II bijlage 5 is de ligging van het veengebied weergegeven. Tevens zijn op kaart II de hoogtelijnen en de waterscheidingen aangegeven. De hoogtelijnen zijn ten opzichte van NAP en met intervallen van 1 m getekend. Het blijkt dat over korte afstand grote hoogteverschillen voorkomen. Duidelijk blijkt ook dat het veengebied in een kom ligt. Aan de westzijde is de helling het steilst, aan de oostzijde is daarentegen de helling veel minder steil. Binnen het veengebied treden ook hoogteverschillen op; het gebied helt in zuid-oostelijke richting af. De hoogtelijnen zijn in dit gebied als onderbroken lijnen getekend, aangezien er veel minder hoogtecijfers bekend zijn en omdat door plaatselijke verveningen op korte afstand relatief grote hoogteverschillen voorkomen. De hoogtelijnen zijn afkomstig van de hoogtekaart 1:5000 in 1975 vervaardigd door de Heidemij in opdracht van de toenmalige Cultuurtechnische Dienst.

De twee waterscheidingen zijn getekend met behulp van de grenzen tussen de verschillende waterschappen en met behulp van de bovenvermelde hoogtelijnenkaart. Het blijkt dat het veengebied in het waterschap van de Oude IJssel ligt en dat de waterscheiding zowel in het westen als in het noorden dicht langs het veengebied loopt.

VIII.2. H y d r o l o g i e

De westkant van het Vragenderveen wordt begrensd door de Schaarsbeek, die in zuidelijke richting stroomt. Het begin van deze beek is 750 m ten zuiden van de spoordijk gelegen op de grens van de stroomgebieden behorende bij de monsterpunten 103 en 106 (kaart I). In het stroomgebied van m.p. 106 loopt eveneens een sloot langs de westrand van het natuurgebied, de stromingsrichting is echter noord. Langs de spoordijk is aan beide kanten een sloot met de stromingsrichting in oostelijke richting gelegen. Ten zuiden van de spoordijk is de sloot langs de spoordijk duidelijk te herkennen. Is het water ten oosten van het veengebied gekomen, dan stroomt het langs m.p. 104 in zuid-

lijke richting via de beek die het veengebied in het oosten begrenst. In tijden met veel neerslag kan de sloot bij m.p. 106 het water niet verwerken en stroomt het water het veengebied in, waar het zich in zuidoostelijke richting een weg vindt.

De aan de noordzijde van de spoorlijn lopende sloot (m.p. 105) is ongeveer 400 m tamelijk goed te volgen maar loopt dan tegen een dijkje en buigt in noordelijke richting af, alwaar het na 200 m weer in oostelijke richting stroomt. Hierbij is echter niet van een duidelijke waterloop sprake. Aan de oostzijde van het Meddosche Veen stroomt er op meerdere plaatsen water in een sloot die ten zuiden van de spoorlijn gekomen aansluit bij de sloot die langs m.p. 104 stroomt. Even ten noorden van m.p. 102 komen de westelijke en oostelijke tak van de Schaarsbeek samen. De landbouwarealen ten noorden van de spoorlijn buiten het veengebied maar binnen de waterscheiding gelegen, wateren op het veengebied af; het water stroomt via kleine slootjes en greppels het veengebied in.

Op kaart III (bijlage 6) zijn isohypsen van het water in de zand-ondergrond aangegeven in m + NAP met intervallen van 10 cm, situatie april 1977. Het kaartje is ter beschikking gesteld door STRAATHOF en VEGT (1979). De grondwaterstroming verloopt in zuid-oostelijke en zuidelijke richting en de isohypsen sluiten aan bij de (veel grovere) isohypsenkaart van HUMBERT en JANSEN (1978). Het blijkt dat de waterscheiding van het freatisch grondwater ongeveer gelijk loopt met die van het oppervlaktewater.

VIII.3. B o d e m t y p e n

Voor een gedetailleerde beschrijving over het voorkomen van de verschillende bodemtypen wordt verwezen naar rapport nr 1357 van de Stichting voor Bodemkartering 'Natuurgebied Korenburgerveen en omstreken; de bodemgesteldheid en het grondwaterniveau' (1978).

In het Vragender- en Korenburgerveen worden hoofdzakelijk veengronden en moerige gronden aangetroffen, langs de westrand van het Vragender Veen ligt een smalle strook met zandgronden. Van binnen naar buiten neemt de dikte van het veenpakket af en bij de randen gaan de veengronden veelal over in moerige gronden. Het veen kan worden onderscheiden naar voorkomende veensoorten. In het algemeen

kan van veenvorming worden gezegd, dat in eerste instantie veenvorming op die plaatsen optreedt, die worden gevoed door het stijgend grondwater of door stagnerend oppervlaktewater. Naarmate de veenvorming doorgaat en het veenpakket dikker wordt, is de neerslag de enige voedingsbron. Ten aanzien van het soort veen in de bovenste 40 cm van het veenpakket kan worden gesteld dat in het Vragenderveen het veen hoofdzakelijk uit mosveen bestaat en in het Korenburgerveen uit zeggeveen (Van Dam, afd. Regionale Bodemkunde L.H.). Het Meddosche Veengebied bestaat naast veengronden en moerige gronden uit zandgronden. Het veenpakket ligt centraal en het veen in de bovenste 40 cm is gevormd uit veenmossen. De zandgronden worden aangetroffen langs de rand in het westen en noorden, terwijl langs de spoorbaan ook een gebied met zandgronden wordt aangetroffen.

De veensoort kan van belang zijn in verband met de natuurlijke samenstelling van het oppervlaktewater. Het oppervlaktewater in een gebied met zeggeveen zal in het algemeen van nature voedselrijker zijn dan het water in een veenmosveengebied.

VIII.4. H u i d i g e s a m e n s t e l l i n g v a n h e t o p p e r v l a k t e w a t e r i n h e t K o r e n - b u r g e r v e e n

Aan de hand van vele E.G.V.-, pH- en chloridebepalingen zijn een drietal kaarten van het natuurgebied vervaardigd, die een beeld geven van de huidige samenstelling van het oppervlaktewater. De keuze om het elektrisch geleidingsvermogen en de zuurgraad te analyseren werd mede bepaald door het feit dat voor de groei van in het veen specifiek voorkomende planten een lage concentratie aan opgeloste stoffen en een lage pH van het water noodzakelijk is. De gegevens zijn voor wat betreft het gebied ten zuiden van de spoorlijn voor een belangrijk gedeelte afkomstig van onderzoek dat is uitgevoerd door studenten en medewerkers van de afdeling Regionale Bodemkunde van de Landbouw Hogeschool. Het kaartbeeld ten noorden van de spoorlijn is samengesteld uit gegevens van veldonderzoek van het I.C.W. In het gebied ten zuiden van de spoorlijn zijn de gegevens verzameld in de jaren 1976, 1977 en 1978 en ten noorden van de spoorlijn in de

jaren 1977 en 1978. Ten aanzien van de kaarten moeten vooraf de volgende opmerkingen worden geplaatst:

- de kaarten laten een gemiddeld beeld zien; plaatselijk kunnen verschillen optreden bijvoorbeeld door geïsoleerd liggende wateren,
- er zijn gegevens verwerkt over een ruime tijdsperiode; per jaar kunnen de gehalten verschillen bijvoorbeeld tengevolge van de hoeveelheid en de verdeling van de neerslag over een jaar,
- aan de westkant van het gebied ten noorden van de spoorlijn is er weinig oppervlaktewater en zijn er dus weinig gegevens over de pH, E.G.V. en chloride voorhanden,
- van het gebied in het uiterste zuiden zijn bijna geen gegevens bekend.

pH-kaart

Verschillen in pH kunnen optreden als gevolg van de bodem, de vegetatie en door invloeden van buitenaf, vooral in een veengebied kan de vegetatie grote invloed op de zuurgraad uitoefenen. Oppervlaktewater op venige bodem heeft in het algemeen lagere pH's dan oppervlaktewater op een minerale ondergrond. Het landbouwwater in de beide spoorsloten heeft een pH hoger dan 6. Er zijn op kaart IV (bijlage 7) 4 pH-klassen onderscheiden. Het blijkt dat er in het algemeen lage pH-waarden worden aangetroffen en dat over een korte afstand grote verschillen optreden. De pH-klasse 3-4 beslaat een aanzienlijk deel van het gebied en is westelijk gelegen in het gebied ten zuiden van de spoorlijn en centraal in het gebied ten noorden van de spoorlijn. De lage pH's worden hoofdzakelijk gevonden in die delen waar de bodem uit veen en uit moerige gronden bestaat. Het water in het Korenburgerveen heeft echter hogere pH's, waarschijnlijk een gevolg van invloeden van water uit het landbouwgebied. Opvallend is dat vanaf de Schaarsbeek aan de westkant van het Vragenderveen de pH snel daalt tot onder de pH 4.

Elektrisch geleidingsvermogen (E.G.V.)-kaart

Het elektrisch geleidingsvermogen is nauw gecorreleerd met de totale concentratie aan opgeloste stoffen. Het zoutgehalte van een water wordt in belangrijke mate bepaald door de ionen: Cl^- , HCO_3^- ,

SO_4^{--} , Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ en K^+ . De E.G.V.-waarden zijn op kaart gecorrigeerd voor de pH. Bij $\text{pH} < 5,8$ is namelijk compensatie nodig voor de geleiding door het H_3O^+ -ion. Deze compensatie ligt in de orde van grootte van 3 bij $\text{pH} = 5$, 33 bij $\text{pH} = 4$, 103 bij $\text{pH} = 3,5$ en 323 $\mu\text{mho/cm}$ bij $\text{pH} = 3$ bij 20°C . Daar de pH in de meeste gevallen hoger dan 3,5 is, zal de compensatie veelal beneden 100 $\mu\text{mho/cm}$ liggen.

De E.G.V. kan al naar gelang de herkomst van het water en naar het soort bodemtype verschillen. Het E.G.V. van regenwater ligt in deze streek beneden de 100 mho/cm . Zeewater en zout kwelwater hebben daarentegen zeer hoge E.G.V.-waarden. De E.G.V. van het water uit het landbouwgebied ligt in de orde van grootte van 500 à 1000 $\mu\text{mho/cm}$. De E.G.V. van oppervlaktewater in veengebieden zal afhankelijk zijn van het veensoort. Zegge-, bos- en rietveen zijn onder voedselrijkere omstandigheden gegroeid dan mosveen en dus zal de E.G.V. ook hoger zijn. De E.G.V. van oppervlaktewater op een minerale bodem zal in het algemeen op een hoger niveau liggen.

Er zijn 4 E.G.V.-klassen onderscheiden. De gegevens staan weergegeven op kaart V (bijlage 8). Het kaartbeeld komt voor een deel overeen met de pH-kaart. De gebieden met een E.G.V. kleiner dan 200 $\mu\text{mho/cm}$ liggen op de bodemkaart binnen het veengebied, behalve in het Meddosche veen waar juist langs de spoordijk een zandgebied ligt met een E.G.V. $< 200 \mu\text{mho/cm}$. In het westen wordt dit gebied begrensd door de dijk die het water vanuit het landbouwgebied (E.G.V. $> 500 \mu\text{mho/cm}$) in noordelijke richting laat afbuigen. Ook is duidelijk te zien hoe dit water tussen twee gebieden met lage E.G.V.-waarden naar het oosten stroomt. Ten opzichte van de pH-kaart is het gebied met lage E.G.V.-waarden kleiner dan het gebied met lage pH-waarden. De hoogste E.G.V.-waarden worden langs de randen van het natuurgebied gevonden, hoge E.G.V.-waarden worden ook gevonden in delen van het Meddosche Veen en Korenburgerveen s.s. Voor de relatie bodemtype - E.G.V. wordt verwezen naar de bespreking behorende bij de chloridekaart.

Chloridekaart

Van chloride zijn, vooral ten zuiden van de spoorlijn, veel minder gegevens bekend dan van de pH of de E.G.V. Toch is het zinvol

om de chloridegegevens op een kaart weer te geven, aangezien het beeld dat de pH- en de E.G.V.-kaarten geven hierdoor wordt aangevuld. Daar chloride niet of nauwelijks aan biochemische reacties deelneemt en ook niet wordt gebonden aan bodemdeeltjes of wordt uitgewisseld tegen andere ionen is chloride een goede tracerstof. Tevens geeft het chloridegehalte informatie over de mengverhouding van twee wateren met verschillende chloridegehalten.

Van een oppervlaktewater dat alleen door regenwater wordt gevoed, zal het chloridegehalte, inclusief het effect van indampen, niet boven de 15 mg Cl/l mogen komen. Hogere gehalten in het oppervlaktewater kunnen worden veroorzaakt door directe of indirecte invloeden van de zee, rivierwater, afvalwater en uitspoeling van landbouwgronden. Water vanuit het landbouwgebied heeft een chloridegehalte van 50 à 75 mg Cl/l.

Evenals bij de pH en de E.G.V. zijn er vier klassen onderscheiden. Het kaartbeeld met de chloridegegevens geeft grofweg dezelfde indruk als de E.G.V. kaart (kaart VI) bijlage 9. Daar waar lage chloridegehalten worden gevonden (< 20 mg Cl/l) zal de neerslag in hoofdzaak de enige voedingsbron zijn. Bij hogere chloridegehalten treedt er een menging op van chloride geleverd door het water vanuit het landbouwgebied en chloride afkomstig van het regenwater. Uitgaande van een chloridegehalte van 10 mg Cl/l voor regenwater en 60 mg Cl/l voor landbouwwater zal een water met 35 mg Cl/l gelijke delen regenwater en landbouwwater hebben. Grofweg kan dus gesteld worden dat in de twee laagste klassen regenwater het meest is vertegenwoordigd en in de 2 hoogste klassen het water vanuit het landbouwgebied.

Binnen de onderbroken lijnen zijn alleen chloridegehalten aangetroffen die beneden de 15 mg Cl/l lagen. Aangezien het hier om vrij weinig gegevens gaat is de lijn gestippeld. In ieder geval is goed te zien dat aan de westkant van het Vragenderveen na ca. 125 m het chloridegehalte tot op een laag niveau is gedaald.

Zoals reeds is gezegd, zijn de laagste E.G.V.-waarden in het gebied met mosveen te verwachten zoals in delen van het Vragenderveen en het Meddosche Veen. In het Meddosche Veen worden echter langs de spoordijk op gooreerdgronden en veldpodzolen ook lage waarden aangetroffen. In het Korenburgerveen s.s. (hoofdzakelijk zeggeveen) wor-

den hogere E.G.V.-waarden gevonden. Wordt dit vergeleken met de chloridekaart dan blijkt dat in het Korenburgerveen s.s. veelal chloridegehalten in de klasse 20-35 mg/l worden gevonden, alhoewel de chloridegehalten dicht bij de buurt van 20 mg/l liggen dan in de buurt van 35 mg Cl/l. De hogere E.G.V.-waarden zullen in dit deel van het natuurgebied naast eventuele invloeden vanuit het landbouwgebied mede veroorzaakt worden door het bodemtype. De pH vertoont in het Korenburgerveen s.s. eveneens hogere waarden dan in het Vragenderveen.

Aan de hand van de drie kaartbeelden is duidelijk te zien welke delen van het natuurgebied zijn geëutrofiëerd door oppervlakkige instroming van water vanuit het landbouwgebied; namelijk een gebied langs beide spoorsloten, een gebied langs de oostrand van het Korenburgerveen s.s. en het noordelijk en westelijk deel van het Meddosche veen. Opvallend is dat aan de westzijde van het Vragenderveen en aan de oostzijde van het Meddosche veen de E.G.V. en de chloridegehalten vrij snel tot lage waarden dalen.

Met behulp van de beschikbare waterkwaliteitsgegevens over het oppervlaktewater in het veen kan een beeld worden verkregen van die gebieden, waarvan de samenstelling van het oppervlaktewater in belangrijke mate wordt bepaald door de neerslag. Deze gebieden hebben de volgende kenmerken:

- een pH tussen 3 en 4
- een E.G.V. < 200 $\mu\text{mho/cm}$
- een Cl-gehalte < 15 mg/l

Aan de hand van deze criteria en de drie kaarten waarop respectievelijk de pH, E.G.V. en het Cl-gehalte zijn aangegeven, is af te leiden dat alleen het oppervlaktewater in het centrale deel van het Vragenderveen en Meddosche Veen (ca. 55 ha) overwegend door de neerslag wordt beïnvloed.

Ionendiagrammen

Drie verschillende watertypen zijn in principe te onderscheiden, namelijk:

- regenwater
- landbouwwater
- grondwater in het zandpakket onder het veenpakket

In bijlage 10 zijn de drie uitgangsdigrammen en enige mengvormen getekend. De in bijlage 10 getekende ionendigrammen zijn ontleend aan respectievelijk ICW 1975, m.p. 106 bijlage 4 en m.p. 40 tabel 10. Het blijkt dat het grondwaterdiagram een zeer afwijkende vorm heeft. Uit andere gegevens blijkt dat het getekende diagram redelijk representatief voor het grondwater onder het veenpakket is. De verschillen tussen regenwater en landbouwwater zijn veel geringer. De verschillen komen tot uiting in de Ca/Na-verhouding en in het totale ionengehalte. Vanwege de veel hogere concentraties in het water vanuit het landbouwgebied komt er bij menging een diagram naar voren dat meer gelijkenis vertoont met het diagram van landbouwwater dan met dat van regenwater (bijlage 10). Doordat de pH veelal lager is dan 4, is de concentratie bicarbonaat in de gevallen dat dit ion niet is bepaald op nul gesteld.

De in het veengebied gevonden ionendigrammen vertonen grote overeenkomst met regenwater, landbouwwater of een mengvorm daarvan. In het gebied met een E.G.V. < 200 $\mu\text{mho/cm}$ worden in het algemeen ionendigrammen aangetroffen met een totaal-ionenconcentratie kleiner dan 4 meq/l en waarvan de Na- en Ca-piek ongeveer evenlang is (zie als voorb. m.p. 88, bijl. 10). Opvallend is bij dit type de hoge sulfaatconcentratie die 5 x zo hoog is als van regenwater, terwijl de concentraties van de andere ionen, inclusief chloride, slechts 2 à 3 maal zo hoog zijn als van regenwater. Slechts een gering aantal maal wordt een type aangetroffen waarvan de concentratie van alle ionen ongeveer tweemaal die van regenwater zijn (zie als voorb. m.p. 3, bijl. 10).

Buiten het gebied met een E.G.V. < 200 μmho worden ionendigrammen aangetroffen die overeenkomen met die van water uit het landbouwgebied (zie als voorb. m.p. 52, bijl. 10). Vanwege de veel hogere concentraties in het landbouwwater dan in het regenwater is het moeilijk uit te maken in welke mate de diagrammen zijn beïnvloed door landbouwwater. Het sulfaatgehalte van het landbouwwater bedraagt in veel gevallen meer dan 100 mg SO_4/l . In verhouding tot de sulfaatgehalten in andere zandgebieden in Nederland is dit hoog (BOTS, JANSEN en NOORDEWIER, 1978; STEENVOORDEN en OOSTROM, 1973). Dit hoge

sulfaatgehalte is misschien ten dele een gevolg van de mariene tertiaire ondergrond die zich in dit gebied dicht onder de oppervlakte bevindt. Het is wellicht mogelijk dat in de tijd dat er veengroei plaats vond onder invloed van toestromend oppervlaktewater het sulfaatgehalte reeds toen in het veengebied op een hoger niveau is komen te liggen.

Stikstof en fosfaat

Het stikstof- en fosfaatgehalte is tezamen met het totaal-ionengehalte van belang met betrekking tot de primaire produktie van water. Vooral in wateren met een hoge concentratie aan opgeloste stoffen zijn stikstof en/of fosfaat dikwijls bepalend voor de grootte van de primaire produktie.

Het water uit het landbouwgebied dat bij de spoordijk het veengebied instroomt heeft in de herfst en winter hoge nitraatgehalten en tamelijk lage anorganisch ammoniumgehalten. In het voorjaar en de zomer daalt het nitraatgehalte sterk (m.p. 105 en 106). Aangezien het water vanuit het landbouwgebied vooral in de winterperiode over de slootrand het veengebied instroomt zijn de gehalten in de herfst en winter van belang. Het blijkt dat het nitraatgehalte van het water dat vanuit de sloot het veengebied instroomt snel daalt. Na ongeveer 150 m is het nitraatgehalte in het veengebied van 50 à 100 mg $\text{NO}_3\text{-N/l}$ gedaald tot minder dan 1 mg $\text{NO}_3\text{-N/l}$. De pH daalt eveneens. In de spoorsloot en de Schaarsbeek blijft het nitraatgehalte in de winterperiode op een hoog niveau. Het anorganisch ammonium stijgt van ca. 0,5 mg $\text{NH}_4\text{-N/l}$ in en vlak langs de sloot tot meer dan 5 mg $\text{NH}_4\text{-N/l}$ verder het veengebied in. Alhoewel van fosfaat vrij weinig gegevens bekend zijn, blijkt dat het fosfaatgehalte niet veel verandering ondergaat. In het landbouwgebied ligt het orthofosfaatgehalte in het algemeen beneden de detectiegrens van 0,01 mg $\text{PO}_4\text{-P/l}$ en het totaal-fosfaatgehalte beneden de 0,1 mg $\text{PO}_4\text{-P/l}$. In het veengebied worden ongeveer identieke waarden gevonden.

De sterke daling van het nitraatgehalte wordt hoogstwaarschijnlijk veroorzaakt door denitrificatie. In het ondiepe, aan organische stoffen rijke water zijn de omstandigheden gunstig voor denitrificatie. De pH verkeert daarentegen niet in een optimale situatie voor

denitrificatie, terwijl eerder een stijging dan een daling van de pH zou mogen worden verwacht (STEENVOORDEN, 1977). De hoge anorganische ammoniumgehalten komen overeen met reeds eerder gevonden gehalten in vennen met venige bodems (BOTS, JANSEN en NOORDEWIER, 1978).

Raai door het gebied

Ter illustratie van het voorafgaande zijn van een raai door het gebied een aantal parameters in grafiek gezet. De gegevens zijn afkomstig van een eenmalige bemonstering door de afdeling Regionale Bodemkunde van de L.H. De raai staat aangegeven op kaart III bijlage 6. Hij loopt van de oostelijke tak van de Schaarsbeek richting noord het veengebied in. Monsterpunt 132 is gelegen in het gebied waar het veenpakket dikker is dan 1,20 m. Monsterpunt 56 ligt in de Schaarsbeek. Het weiland waar m.p. 57 in ligt is 10 jaar gelegen in het bezit gekomen van de Vereniging tot behoud van Natuurmonumenten en wordt reeds lange tijd niet meer bemest.

De gegevens zijn weergegeven in fig. 11. Hetgeen in de voorafgaande paragrafen is besproken komt duidelijk naar voren in de grafiek; namelijk in de richting van het veen een afname van alle parameters en een wijziging in de vorm van het ionendiagram. Wat de reden is van de stijging van de parameters chloride en nitraat bij de m.p. 115 en 123 is onbekend; de sterke stijging van het chloridegehalte bij m.p. 115 bij een gelijkblijvende E.G.V. is moeilijk te verklaren.

VIII.5. Samenstelling grondwater in het Korenburgerveen s.l.

Gezien het voorafgaande is duidelijk dat instroming van water vanuit het landbouwgebied via het oppervlak een belangrijke eutrofiëringsbron voor een gedeelte van het veengebied is. Hiernaast zal ook moeten worden onderzocht of er mogelijke eutrofiëring optreedt via het grondwater.

Met betrekking tot de eutrofiëring via het grondwater is er evenwel een verschil tussen de aan weerszijden van de spoorbaan geleiden gebieden. In het vragenderveen is er via de Schaarsbeek, een duidelijke scheiding tussen het landbouw- en het natuurgebied. In

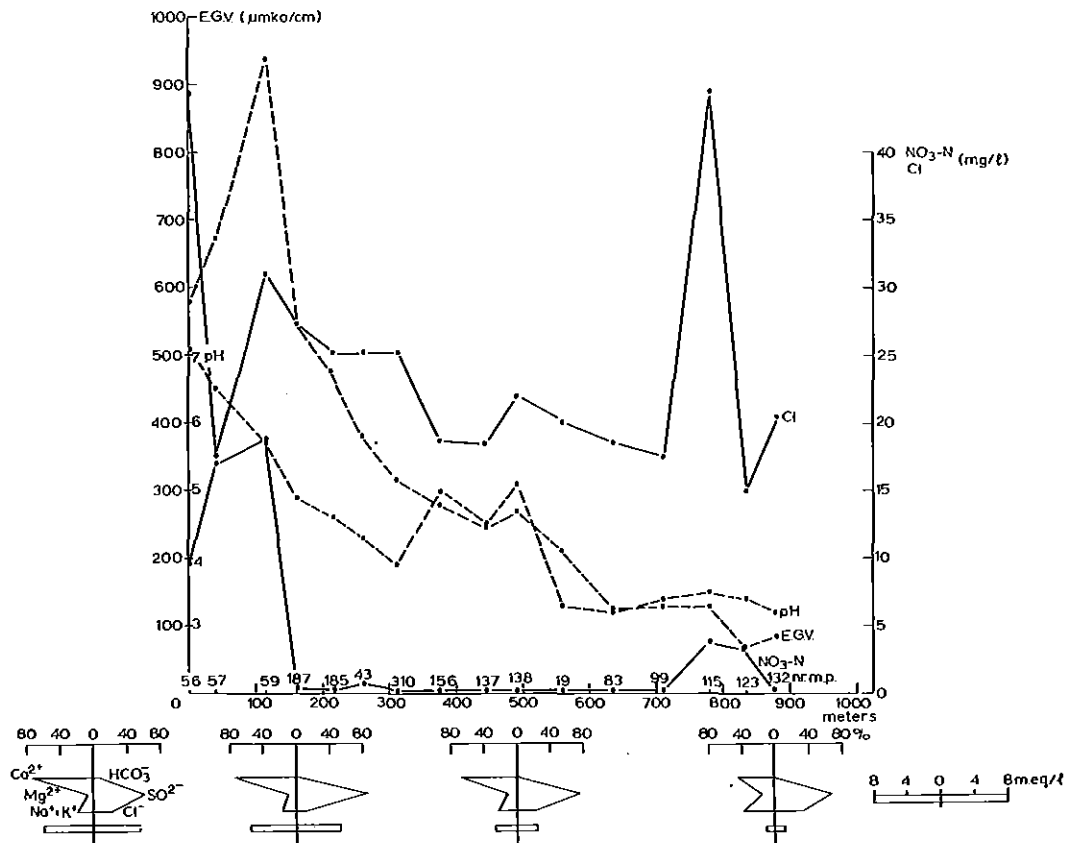


Fig. 11. Elektrisch geleidingsvermogen, zuurgraad, nitraat- en chloridegehalten van een raai door het Korenburgerveen s.l.; voor ligging van de raai zie kaart III, bijlage 6

het Meddosche Veem is daarentegen geen sprake van een duidelijke scheiding; stukken landbouwgebied grenzen direkt aan het veengebied, Om de invloed van de eutrofiëring via het grondwater te onderzoeken zijn een aantal buizen aan de westrand van het Vragenderveen geplaatst, tevens zijn een aantal door de studenten Straathof en Vegt geplaatste buizen in het onderzoek betrokken. Op kaart III, bijlage 6 is de ligging van de grondwaterbuizen aangegeven.

Grondwaterbuizen I.C.W.

De buizen 5, 16, 15, 13 en 14, 12 en 17, 11, 10 staan in de richting van het veen (krt III). De buizen 10, 11, 12, 13, 14 staan in het veen en de buizen 17, 15, 16, 5 in het zand. De dikte van het veenpakket bij buis 17 is 70 cm, bij buis 15 10 cm en bij de buizen 16 en 5 ontbreekt het veen. De stijghoogten van het water in de buizen zijn gedurende een jaar op een aantal data gemeten, namelijk in oktober 1977, januari 1978, maart 1978 en juli 1978. Het blijkt dat, uitgezonderd buis 5, de waterstanden weinig variëren (ca. 20 cm) en dat het water tot dicht of op het maaiveld staat. Er was geen verschil in stijghoogte tussen buis 12 en 17. In november werd de laagste en in januari de hoogste waterstand genoteerd. Dit laatste geldt ook voor buis 5, alleen is hier het verschil tussen de hoogste en laagste grondwaterstand 109 cm. Wat betreft de E.G.V. vertonen de buizen 10, 11, 17, 12, 13, 14 grote overeenkomst met elkaar. Bij de buizen 15 en 16 worden iets hogere gehalten gevonden en buis 5 heeft een zeer hoog elektrisch geleidingsvermogen (tabel 5).

Tabel 5. Chemische samenstelling van het water in 9 grondwaterbuizen

Buis nr	10	11	17	12	14	13	15	16	5
E.G.V. ($\mu\text{mho/cm}$)	130	157	133	171	100	180	403	438	2800
pH	4,6	6,9	5,4	5,0	5,6	4,9	4,9	4,9	3,9
Cl (mg/l)	28	15	14	20	17	18	18	34	40
NO ₃ -N (")	0,8	0,9	0,8	0,7	1,3	1,4	0,5	1,2	0,6
NH ₄ -N (")	-	0,78	2,3	9,0	3,2	2,9	1,2	0,30	1,0
N-kj (")	5,2	2,3	3,5	10,4	4,7	6,0	3,6	1,1	1,3
Ortho-P (")	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,05
Tot.-P (")	0,12	0,15	0,14	0,12	0,14	0,17	0,09	0,06	0,73
COD (mg O ₂ /l)	190	150	265	95	210	225	75	55	105
Bovenkant filter- -mv (cm)	70	110	85	55	110	70	45	25	165

Geen duidelijke verschillen zijn aan te tonen tussen de stikstof- en de fosfaatgehalten. De nitraat-, ortho-fosfaat- en totaal-fosfaatgehalten liggen alle in dezelfde orde van grootte. Alleen bij het anorganisch ammonium en het Kjeldahl-stikstofgehalte zijn verschillen tussen de buizen waar te nemen. Bij de profielen waar zich een dikker of minder dikke veenlaag bevindt zijn deze gehalten hoger dan daar waar geen veen in het profiel aanwezig is (buis 16 en 15). Op de 4 eerder vermelde data zijn ook het E.G.V. en het chloridegehalte bepaald; het blijkt dat de gehalten in de tijd weinig variëren, bij de buizen 15 en 16 worden iets grotere variaties gevonden (bijlage 11).

Er is ook een raai buizen aan de westrand van het veengebied langs de Schaarsbeek evenwijdig aan de isohypsen geplaatst (de buizen 5, 9b, 4, 3, 6, 2, 1). Bij de 7 buizen is het gemiddelde verschil tussen de hoogste en laagste grondwaterstand 84 cm. De hoogste en laagste grondwaterstand werd, evenals bij de buizen in het veenpakket gevonden in respectievelijk januari 1978 en november 1977. De resultaten van de bemonstering van het grondwater zijn vermeld in tabel 6.

Tabel 6. Chemische samenstelling van het water in 5 grondwaterbuizen

Nr buis	5	1	2	6	4
E.G.V. (µmho/cm)	2800	549	896	230	235
pH	3,9	5,4	4,9	6,2	6,9
Cl (mg/l)	40	51	130	17	33
NO ₃ -N (")	0,6	0,7	0,2	0,7	0,1
NH ₄ -N (")	1,0	0,67	0,27	2,4	1,0
N-kj (")	1,3	1,2	0,78	4,7	1,6
Ortho-P (")	0,05	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Tot.-P (")	0,73	0,13	0,53	0,50	0,17
COD (mg O ₂ /l)	105	70	45	185	40
Bovenkant filter- -mv (cm)	165	93	115	190	200

Uit de tabel blijkt dat er tussen de buizen grotere verschillen wat betreft de chemische samenstelling optreden dan tussen de buizen die in het veen staan.

Buis 6, slechts enkele meters van buis 2 gelegen doch 75 cm dieper, heeft een samenstelling die lijkt op de buizen die in het veen staan. De chloridegehalten en de E.G.V.-waarden blijken echter door het jaar behoorlijk te variëren, namelijk respectievelijk van 17-57 mg Cl/l en 230-580 μ mho/cm. Bij de andere buizen liggen de variaties in chloride- en E.G.V.-waarden in de loop van het jaar in dezelfde orde van grootte (bijlage 11). De hoge E.G.V.-waarde bij buis 5 wordt in belangrijke mate veroorzaakt door de aanwezigheid van sulfaat (ca. 2000 mg SO_4 /l). Andere grondwatermonsters op 3 à 20 m afstand van buis 5 gaven E.G.V.-gehalten te zien die lagen in de orde van grootte van 1000 μ mho/cm. Hoogstwaarschijnlijk is het grondwater ter plaatse van buis 5 verontreinigd. Alhoewel hier vergelijkbare omstandigheden zijn als in Twente waar kattenzand is aangetoond (WIND en STEEGHS, 1964), lijkt het niet aannemelijk dat het hoge sulfaatgehalte in buis 5 toegeschreven moet worden aan de oxydatie van aanwezig pyriet. Het fosfaatgehalte ligt bij buis 5 eveneens op een hoger niveau.

In een aantal raaien loodrecht op de Schaarsbeek is eenmalig het bovenste grondwater onderzocht op chloride, nitraat, E.G.V. en de pH (zie kaart III en tabel 7).

Tabel 7. pH, chloride-, nitraat- en E.G.V.-waarden van het bovenste grondwater in een aantal raaien

		pH	E.G.V. (µmho/cm)	Cl (mg/l)	NO ₃ -N (mg/l)	Afstand v/d Schaarsbeek (m)
<u>Raai 1</u>						
m.p.	1	4,2	640	57	10,8	3
m.p.	5	5,1	1477	197	0,51	20
m.p.	6	4,0	1015	111	0,25	30
m.p.	7	4,2	860	74	0,58	46
<u>Raai 2</u>						
m.p.	16	4,3	1064	76	16,9	3
m.p.	17	4,3	745	52	1,8	11
m.p.	18	4,5	482	30	1,1	22
m.p.	19	4,8	157	12	<0,02	40
m.p.	20	4,2	158	18	<0,02	70
<u>Raai 5</u>						
m.p.	100	5,1	499	28	18,4	-237
m.p.	101	4,2	637	49	21,2	-217
m.p.	102	4,0	632	68	1,4	-191
m.p.	103	4,2	325	17	16,6	-137
m.p.	104	4,1	346	20	11,5	- 92
m.p.	105	4,1	423	30	0,92	- 52
m.p.	106	4,0	396	36	0,23	- 22
m.p.	107	4,3	380	35	0,46	- 5
m.p.	108	4,3	151	14	<0,23	+ 3
m.p.	109	4,5	214	23	<0,23	+ 14
m.p.	110	4,5	110	23	<0,23	+ 32
m.p.	111	4,3	93	33	<0,23	+ 44
						Afstand v/t bouwland (m)
<u>Raai 3</u>						
m.p.	1	4,0	706	96	<0,23	9
m.p.	3	4,7	873	92	19,2	19
m.p.	4	3,6	1013	87	7,3	32
m.p.	5	4,2	264	27	6,0	50
m.p.	6	3,9	1454	136	41,7	70
m.p.	7	4,4	375	38	1,4	110
<u>Raai 4</u>						
m.p.	10	3,8	2060	192	86,7	10
m.p.	11	4,0	766	86	17,8	22

In de raaien 1 en 2 is het nitraatgehalte na ca. 20 m van de Schaarsbeek tot lage waarden gedaald. De chloridegehalten, vooral van raai 1, zijn nog tamelijk hoog. Het deel van raai 5 ten westen van de Schaarsbeek is in een bosgebied gelegen en m.p. 100 ligt direct achter de overgang weiland-bos. Het weiland en het bos zijn niet door een diepe watergang van elkaar gescheiden. Het blijkt dat ca. 150 m na het begin van het bos, in tegenstelling tot de raaien 1 en 2, nog een redelijke hoeveelheid nitraat wordt aangetroffen. De gehalten aan de oostzijde van de Schaarsbeek zijn laag, alleen het chloridegehalte van het grondwater neemt toe, terwijl de E.G.V. daalt; de reden hiervan is nog onbekend.

De twee raaien in het noordelijk veengebied vertonen hogere chloride- en nitraatgehalten dan de raaien ten zuiden van de spoorlijn. Hier bevindt zich geen sloot als afscheiding tussen het bouwland en het natuurgebied. Mogelijk speelt ook een rol dat de raaien 3 en 4 achter bouwland zijn gelegen, terwijl ten westen van de Schaarsbeek hoofdzakelijk grasland wordt aangetroffen.

Grondwaterbuizen studenten

In een aantal buizen die door de studenten Straathof en Vegt zijn geplaatst, is zowel het grondwater in de buis als het oppervlaktewater buiten de buis bemonsterd. Het filter dat een lengte heeft van 50 cm staat in alle gevallen onder het veenpakket in de zand-ondergrond (kaart III, bijlage 6).

Het blijkt dat bij enkele parameters grote verschillen optreden tussen het grondwater en oppervlaktewater (tabel 8, bijlage 12).

Tabel 8. Gemiddelde, maximale en minimale pH-, E.G.V.- en chloride-waarden van het grondwater in 19 buizen en van het oppervlaktewater bij dezelfde 19 buizen

	pH			E.G.V. ($\mu\text{mho/cm}$)			Cl (mg/l)		
	min.	gem.	max.	min.	gem.	max.	min.	gem.	max.
Grondwater	4,3	6,5	7,3	161	446	860	8,8	18,6	39,3
Oppervl. water	3,4	4,6	6,8	32	196	470	7,7	19,6	51,6

Ondanks de overeenkomst bij de gemiddelde chloridegehalten, blijkt dat er geen grote correlatie is tussen het chloridegehalte van grond- en oppervlaktewater (tabel 9).

Tabel 9. Enige correlatiecoëfficiënten tussen de parameters E.G.V. en chloride in het grond- en oppervlaktewater

Correlatie	Aantal	Correlatie- coëfficiënt
E.G.V. oppervlaktewater-Cl oppervlaktewater	21	0,89
E.G.V. grondwater -Cl grondwater	27	0,56
E.G.V. oppervlaktewater-E.G.V. grondwater	20	0,53
Cl oppervlaktewater -Cl grondwater	20	0,58

Dat de correlatie E.G.V./Cl in het oppervlaktewater hoger is dan in het grondwater is te verwachten, aangezien de E.G.V. in het oppervlaktewater veel lager is dan in het grondwater en het chloride procentueel gezien een groter aandeel heeft in het geleidingsvermogen. Een verandering in het chloridegehalte zal dus in het oppervlaktewater sneller tot uiting komen.

Bij de bovenstaande tabellen dient opgemerkt te worden dat het gegevens zijn van een éénmalige bemonstering; vooral de bepalingen in het oppervlaktewater zijn aan veranderingen onderhevig (ziesoeninvloeden, neerslag). Het blijkt dat de buizen, waarvan het chloridegehalte van zowel het oppervlaktewater als het grondwater lager dan 15 mg Cl/l is, binnen het gestippelde gebied van kaart V liggen met uitzondering van de buizen 8 en 20. Buiten dit gebied, dus meer naar de randen, is het gemiddelde chloridegehalte van het grondwater 22,9 en van het oppervlaktewater 24,6 mg Cl/l.

In tabel 10 zijn van 5 plaatsen in het gebied de samenstelling van het grond- en oppervlaktewater gegeven. Tevens is de samenstelling van het ruwe water dat wordt opgepompt bij het P.S. Corle van het gemeentelijk waterbedrijf van Winterswijk gegeven (tabel 10).

Tabel 10. Samenstelling van het grond- en oppervlaktewater op een aantal plaatsen in het veengebied en de samenstelling van het grondwater te Corle

Buisnr	5		15		26		41		40		P.S. Corle apr. '64
	opp.w.	gr.w.	opp.w.	gr.w.	opp.w.	gr.w.	opp.w.	gr.w.	opp.w.	gr.w.	
E.G.V. ($\mu\text{mho/cm}$)	67	161	32	422			467	640	470	780	426
pH	5,5	4,3	3,5	6,9			3,7	6,6	5,1	6,9	7,3
$\text{NO}_3\text{-N}$ (mg/l)	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	6,5	<0,02	4,8	<0,02	0,05	<0,02	0
$\text{NH}_4\text{-N}$ (")	0,57	0,04	1,5	3,3	2,4	2,3	3,0	2,9	1,2	1,6	0,46
N-kj (")	2,9	9,6	2,1	7,1	4,4	3,3	4,9	7,0	2,3	2,4	
ortho-P (")	<0,01		<0,01		<0,01		0,22		<0,01		
Tot.-P (")	0,02	0,07	0,03	0,11	0,03	0,02	0,24	0,19	0,04	0,14	
Cl (")	8	12	8	11	46	25	43	28	51	19	25
SO_4 (")	8	94	29	22	113	60	114	19	102	70	38
HCO_3 (")	0	29	0		5	427	0	348	7	421	231
Ca (")	3	20	6	61	38	86	35	90	40	160	73,7
Mg (")	1	4	2	3	8	18	6	4	5	10	5,9
Na (")	5	10	7	8	27	14	22	13	24	12	19,5
K (")	2	1	1	1	15	8	12	2	4	1	2,6

In bijlage 13 zijn de ionendiagrammen getekend. De veendikten bij de buizen 5, 15, 26, 41 en 40 zijn respectievelijk 20, 40, 20, 90 en 90 cm. De buizen 5 en 15 staan op plaatsen waar het binnendringend oppervlaktewater vanuit het landbouwgebied geen of nauwelijks invloed uitoefent; de buizen 26, 41 en 40 liggen wel in een gebied dat wordt beïnvloed door water vanuit het landbouwgebied. De anionzijde van diagram 15 is gestippeld, aangezien de hoeveelheid bicarbonaat is berekend. Het blijkt dat de diagrammen van het grondwater sterk verschillen met die van het oppervlaktewater en dat de diagrammen van het grondwater grote overeenkomst vertonen met die van het ruwe water van het P.S. Corle; het diagram van het grondwater van buis 5 vormt hier echter een uitzondering op. Beschouwen wij de stikstofgehalten dan wordt in het grondwater aanzienlijke hoeveelheden anorganisch ammonium- en kjeldahl-stikstof gevonden, dit in tegenstelling tot het P.S. Corle. Bij de buizen 26 en 41 is er verschil in nitraatgehalten tussen het oppervlakte- en grondwater. Duidelijk is ook te zien dat de chloridegehalten van de buizen 5 en 15 op een laag niveau liggen en dat de chloridegehalten van de overige buizen hoger zijn. Het chloridegehalte van het water dat wordt opgepompt is 25 mg/l (april 1964). Hier doet zich echter de situatie voor dat het chloridegehalte gestegen is van ca. 15 mg Cl/l in 1923 toen is gestart met de onttrekking tot ca. 40 mg Cl/l in 1975 (fig. 5). De in tabel 10 vermelde gehalten van het P.S. Corle zijn representatief voor de huidige samenstelling van het ruwe water.

Uit bovenstaande gegevens is niet duidelijk op te maken hoe de relatie is tussen het oppervlaktewater en het ondiepe grondwater onder het veenpakket. Enerzijds blijkt uit de gegevens grote verschillen tussen grond- en oppervlaktewater (E.G.V., pH, type) en anderzijds duiden de chloridegehalten op een zekere relatie tussen het grond- en oppervlaktewater. Het opgepompte ruwe grondwater bij het P.S. Corle is qua watertype gelijk aan het ondiepe grondwater in het zandpakket onder het veen. De in vergelijking tot het P.S. Corle hoge NH_4^+ -gehalten in het ondiepe grondwater zijn wellicht een gevolg van water dat uit het veengebied wegzijgt. Het zure wegzijsingswater is in staat kalk uit de bodem te doen oplossen, waardoor mogelijk de hoge calcium- en bicarbonaatgehalten van het grondwater ten opzichte

van het oppervlaktewater verklaard wordt.

IX. CONCLUSIES

In het onderzoeksgebied zijn drie facetten bestudeerd, namelijk het grondwater, het oppervlaktewater en het water in het Korenburgerveen s.l.

Door het voorkomen van Tertiaire afzettingen dicht onder het maaiveld is op veel plaatsen de dikte van het watervoerend pakket gering (< 10 m-mv). Op sommige plaatsen zijn er in het Tertiair geulen ontstaan die zijn opgevuld met Kwartair materiaal. In deze geulen kan het watervoerend pakket diepten bereiken tot 50 m-mv. Er zijn slechts een gering aantal watermonsters uit het watervoerend pakket dat ondieper dan 10 m is. Het blijkt dat deze ondiepe filters in een groot aantal gevallen hoge gehalten aan chloride, nitraat en sulfaat hebben deze hoge gehalten zijn waarschijnlijk een gevolg van verontreinigingen.

Het water dat door het P.S. Corle wordt opgepompt blijkt in de loop der jaren van samenstelling te veranderen; er is namelijk een toename te zien van het elektrisch geleidingsvermogen, het chloride- en het sulfaatgehalte. Nader onderzoek (b.v. ouderdomsbepalingen van het opgepompte ruwe water) moet uitwijzen wat hier de oorzaak van is, te meer daar dit verschijnsel ook is waargenomen bij het eveneens in de Achterhoek gelegen P.S. 'de Pol'.

De twee grote waterlopen de Boven Slinge en Groenlosche Slinge in het ruilverkavelingsgebied zijn duidelijk verontreinigd; beide wateren worden in negatieve zin beïnvloed door puntlozingen van wel of niet gezuiverd afvalwater. De verontreinigingen komen echter niet in alle gevallen duidelijk tot uiting in de zuurstofhuishouding berekend volgens de methode vermeld in het Indicatief Meerjarenplan. In het geval van de Groenlosche Slinge waarop het effluent van een rioolzuiveringsinstallatie met een hoog zuiveringspercentage ten aanzien van biologisch afbreekbare stoffen loost, wordt de zuurstofhuishouding als goed beoordeeld. Worden daarentegen de chloride- en fosfaatgehalten beschouwd dan zijn de gehalten in de Groenlosche

Slinge aanzienlijk hoger dan wat van nature op een zandgebied mag worden verwacht. Het blijkt dat een beoordeling louter op basis van de zuurstofhuishouding niet terecht is en kan leiden tot een te gunstig beeld van de kwaliteit van het oppervlaktewater. Vooral in droge perioden, met lage afvoeren, heeft het effluent van de zuiveringsinstallatie zeer grote invloed op de samenstelling van het oppervlaktewater. Door verdunning met water van een andere samenstelling neemt stroomafwaarts de invloed van de rioolwaterzuiveringsinstallatie af.

Op kleine wateren waar geen puntlozingen van gezuiverd of ongezuiverd water plaatsvinden is niet alleen de zuurstofhuishouding goed, maar liggen ook de gehalten aan chloride en fosfaat op een lager niveau. De wateren zijn te vergelijken met weinig vervuilde wateren in andere delen van het zandgebied in Nederland. De chloride- en nitraatgehalten wijzen echter nog wel op niet natuurlijke invloeden; de hogere gehalten worden vooral veroorzaakt door uitspoeling van mineralen uit landbouwgronden en door bepaalde activiteiten die in het landelijk gebied plaatsvinden (landbouw, recreatie, verspreid staande bebouwing).

Binnen het gebied treden verschillen op ten aanzien van de ionendiagrammen, hetgeen een gevolg is van de geologische gesteldheid. Door de geringe berging in het watervoerend pakket, op die plaatsen waar het Tertiair dicht onder het maaiveld aanwezig is, komt de geïnfiltreerde neerslag snel tot afstroming en heeft minder gelegenheid veranderingen te ondergaan dan neerslag die een lange weg door de ondergrond aflegt. Het blijkt dat in de winterperiode in het oppervlaktewater van de stroomgebieden die min of meer boven 'de geul' zijn gelegen lagere nitraatgehalten worden gevonden dan in de stroomgebieden waar het Tertiair tot dicht onder het maaiveld komt. Tevens is gebleken dat er een positieve correlatie van de kalium- en magnesiumconcentraties met de hoeveelheid nitraat is en dat de zuurgraad, bicarbonaat en calcium negatief met nitraat zijn gecorreleerd. Het is nog onbekend in hoeverre de verschillen in chemische samenstelling relevant zijn voor het aquatisch leven.

Ten aanzien van het oppervlaktewater in het Korenburgerveen s.l. is op de eerste plaats gebleken dat via de beide spoorsloten water het gebied binnenstroomt met een andere samenstelling dan wat van nature

in dit gebied verwacht zou mogen worden (bijlage 7, 8, 9). Met name de gebieden met een E.G.V. > 200 $\mu\text{mho/cm}$ en met een chloridegehalte > 20 mg Cl/l worden beïnvloed door water vanuit het landbouwgebied.

Door de stroomgebiedjes behorende bij de m.p. 105 en 106 (bijlage 5) op een andere wijze te laten afwateren zal een belangrijke eutrofiëringsbron worden weggenomen. In principe kan het neerslagoverschot van deze stroomgebiedjes op twee manieren worden afgevoerd; namelijk via een andere weg of via een gesloten leiding langs de spoordijk. Vanwege het, vooral aan de westzijde van het Korenburgerveen sterk hellende terrein zal om het water via een andere weg af te voeren zeer diepe leidingen moeten worden gegraven. Een gesloten leiding langs de spoordijk moet lekvrij zijn en kan eventueel voor de ten oosten van het Korenburgerveen liggende Schaarsbeek problemen opleveren, aangezien de sponswerking die het veengebied heeft ten aanzien van de afvoeren van de m.p. 105 en 106 wegvalt. Bij de m.p. 105 en 106 ligt het Tertiair dicht onder de oppervlakte, zodat hoge piekafvoeren zijn te verwachten.

De vraag in hoeverre via het grondwater de chemische samenstelling van het grond- en oppervlaktewater wordt beïnvloed is veel moeilijker te beantwoorden. Uit de isohypsenkaart (bijlage 6) blijkt dat het grondwater in zuid-oostelijke richting stroomt. Dit betekent, dat vooral de westzijde van het Vragenderveen en de noord-westzijde van het Meddosche Veen mogelijk worden beïnvloed.

Het Vragenderveen is van het landbouwgebied gescheiden door de Schaarsbeek, behalve in het noorden komt in het Vragenderveen geen landbouwwater via oppervlakkige afstroming het veen in. In een vrij smalle strook aan de westzijde van het Vragenderveen liggen de waarden voor de pH, E.G.V. en chloride in het grond- en oppervlaktewater op een hoger niveau, hier variëren ook de chloride, E.G.V. en de grondwaterstand in de tijd. Ca. 150 m het veen in is de pH, E.G.V. en chloride van het grond- en oppervlaktewater sterk afgenomen en de variatie van de voornoemde parameters in de tijd eveneens. De samenstelling van het grond- en oppervlaktewater in dit deel van het Vragenderveen wijst erop dat regenwater en de wisselwerking van regenwater met het veen de belangrijkste factoren zijn die de samenstelling bepalen.

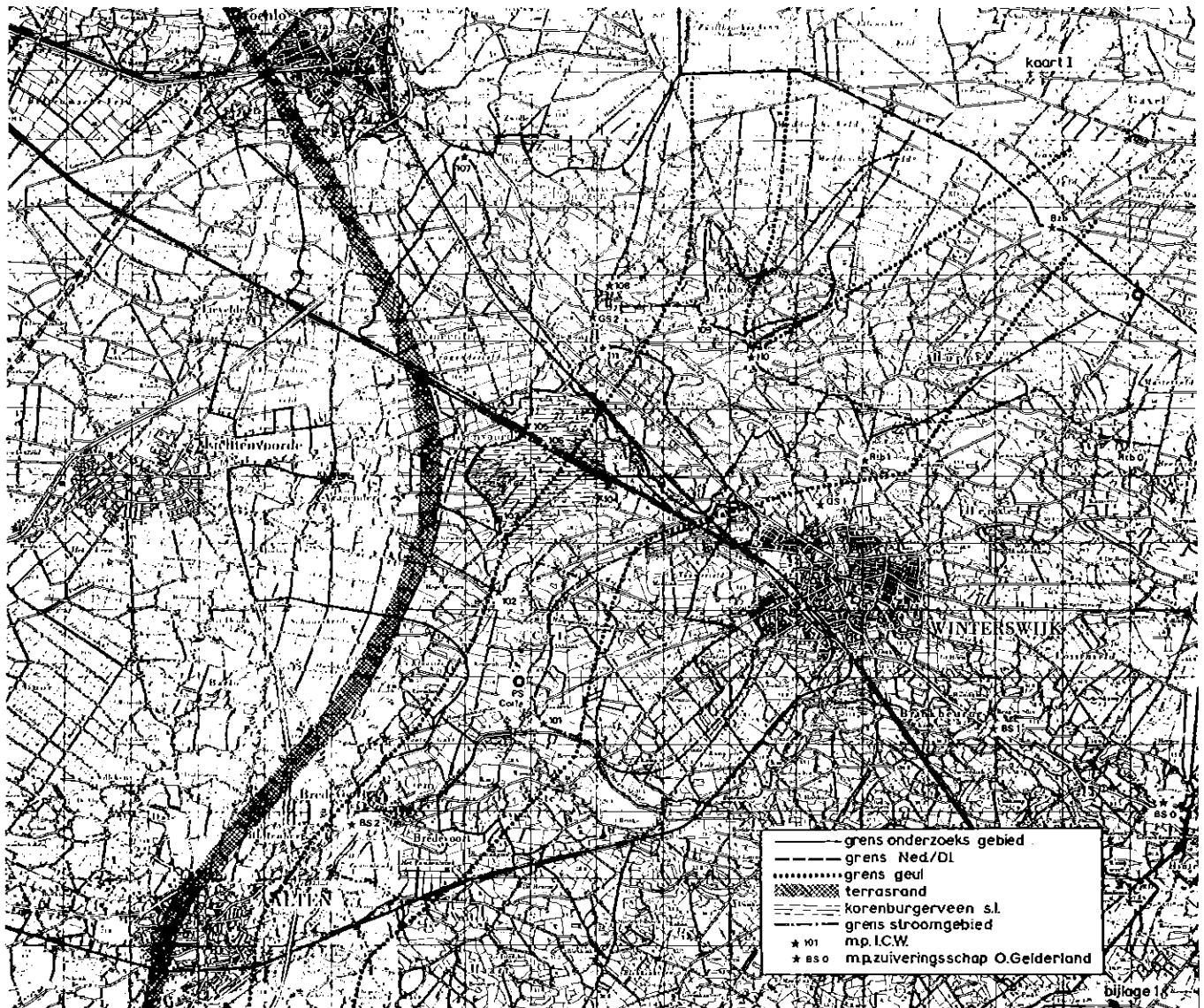
Naast het landbouwwater dat bij m.p. 105 het Meddosche veen instroomt wordt de samenstelling van het oppervlaktewater ook nog in negatieve zin beïnvloed door landbouwwater dat in het noorden via greppels en dergelijke het veen binnenkomt (bijlage 8 en 9). Doordat er geen goede scheiding is tussen het veen- en landbouwgebied (zoals de Schaarsbeek bij het Vragenderveen) zullen stoffen zowel via het oppervlak als via het grondwater het gebied kunnen binnendringen.

Om juiste beheersmaatregelen te geven, met name met betrekking tot eutrofiëring via het grondwater, zal het nodig zijn om tot een integratie te komen van de bodemkundige, hydrologische, chemische en vegetatiekundige gegevens.

X. LITERATUUR

- BOTS, W.C.P.M., P.C. JANSEN en G.J. NOORDEWIER, 1978. Fysisch-chemische samenstelling van oppervlakte- en grondwater in het Noorden des Lands. Regionale Studie 13, I.C.W., Wageningen.
- ERNST, L.F., N.A. DE RIDDER and J.J. DE VRIES, 1970. A geohydrologic study of east Gelderland (Netherlands). Geologie en Mijnbouw, volume 49 (6), p. 457-488.
- HAGEN, P.J. VAN, 1978. Verklaring van de waterkwaliteitsverandering van het op het pompstation 'de Pol' opgepompte water. RID, Leidschendam.
- HUMBERT, H. en P.C. JANSEN, 1978. De gemiddelde zomerisohypsenkaart van het ruilverkavelingsgebied Winterswijk-West. Nota 1086, I.C.W., Wageningen.
- INSTITUUT VOOR CULTUURTECHNIEK EN WATERHUISHOUDING, 1975. Jaarverslag 1974, Wageningen.
- KOLENBRANDER, G.J. en L.C.N. DE LA LANDE CREMER, 1967. Stalmest en Gier, waarde en mogelijkheden. H. Veenman en Zn N.V., Wageningen.
- MINISTERIE VAN VERKEER EN WATERSTAAT, 1975. De bestrijding van de verontreiniging van het oppervlaktewater. Indicatief Meerjarenprogramma 1975-1979, 's-Gravenhage.

- SNOOR, P.B. en N.A. DE RIDDER, 1972. Geohydrologische toelichting bij kaartbladen 34W Groenlo en 41W Aalten. Dienst Grondwaterverkenning TNO, Delft.
- STEENVOORDEN, J.H.A.M. en H.P. OOSTEROM, 1973. Stikstof, fosfaat en organisch materiaal in het grond- en oppervlaktewater van enkele gebieden. Cultuurt. Tijdschr. 12,6: 231-249.
- 1977. De invloed van een aantal factoren op de denitrificatie. Nota 1012, I.C.W., Wageningen.
- STIBOKA, 1978. Natuurgebied Korenburgerveen e.o., de bodemgesteldheid en het grondwaterniveau. Rapport nr 1357, Wageningen.
- STRAATHOF, N.G.J. en J. VEGT, 1979. Hydrologie van het Korenburgerveen. Afdeling Cultuurtechniek, Landbouw Hogeschool Wageningen.
- VEWIN, 1976. Waterleidingstatistiek 1975, deel I Rijswijk.
- VRIES, J.J. DE and E. VAN REES VELLINGA, 1972. Buried channel aquifers and present open drainage system of east Gelderland, the Netherlands. Geologie en Mijnbouw, volume 51 (1) p. 45-52.
- WIND, G.P. en B.H. STEEGHS, 1964. Kattezand. Landbouwkundig Tijdschr. 76 (4) p. 150-157.



Samenstelling oppervlaktewater, bepaald door het zuiveringsschap Oostelijk Gelderland

Het stroomgebied van de Boven Slinge

	pH	O ₂ -verz. %	BOD mg O ₂ /l	O ₂ -huish. klasse	Anorg. NH ₄ ⁺ -N mg N/l	NO ₃ ⁻ -N mg N/l	kj-N mg N/l	Ortho-P mg P/l	Tot.-P mg P/l	Cl ⁻ mg/l	Aantal bemonste- ringen
m.p. BS ₀											
w 74/75	6,9	83	5	2	0,8	8,1		0,26	0,31	49	7
w 75/76	7,4	69	7	3	2,7	8,2		2,5	2,9	65	8
w 76/77	7,5	76	6	3	2,9	15,0	4,0	1,0	1,3	88	6(1)*
w 77/78	7,3	73	6	2	1,4	11,6	3,0	0,81	-	76	8
z 75	7,4	46	7	3	1,9	5,4		2,9	3,1	63	9
z 76	7,6	62	11	4	4,3	6,3		5,6	5,9	92	7(2)
z 77	7,3	73	4	2	1,9	8,7	3,6	1,8	2,0	75	9
m.p. BS ₁											
w 74/75	7,1	92	4	1	0,7	8,2		0,18	0,21	46	4
w 75/76	7,3	55	9	3	2,9	7,8		2,2	2,4	60	4
w 76/77	7,5	71	12	4	4,3	11,1	5,9	1,3	1,9	74	3
w 77/78	7,3	72	6	3	2,5	11,1	4,4	0,74		70	4
z 75	7,3	55	15	3	1,9	5,9		1,8	1,9	62	4
z 76	7,5	37	31	4	3,7	3,3		3,5	3,6	77	4
z 77	7,4	62	9	3	1,3	8,6	3,2	1,5	1,6	67	4
m.p. BS ₂											
w 74/75	7,3	92	3	2	0,7	8,5		0,14	0,18	47	4
w 75/76	7,8	93	5	2	0,8	6,4		0,83	0,90	63	4
w 76/77	7,6	84	2	2	2,3	12,9	3,6	0,95	1,4	68	3
w 77/78	7,5	90	4	2	1,6	12,2	3,1	0,46		63	4
z 75	8,3	64	6	2	0,3	3,3		0,38	0,49	50	4
z 76	8,1	46	8	3	0,3	2,0		0,33	0,39	59	4
z 77	8,3	77	3	2	0,2	6,8	1,5	0,63	0,68	65	4

*6 bemonsteringen, waarvan 1 x droog

Het stroomgebied van de Groenlobse Slinge

	pH	O ₂ -verz. %	BOD mg O ₂ /l	O ₂ -huish. klasse	Anorg. NH ₄ ⁺ -N mg N/l	NO ₃ ⁻ -N mg N/l	kj-N mg N/l	Ortho-P mg P/l	Tot.-P mg P/l	Cl ⁻ mg/l	Aantal bemonste- ringen
<hr/>											
m.p. BZ _b											
w 74/75	geen waarnemingen										
w 75/76	7,2	87	2	2	1,0	3,2		0,04	0,05	52	4(1)
w 76/77	7,4	79	2	2	0,8	8,1	1,4	0,02	0,04	62	2
w 77/78	7,5	73	2	2	0,7	4,0	1,7	0,03		53	4
z 75	7,7	96	6	1	0,1	0,7		0,06	0,09	48	3(2)
z 76	gehele periode droog										
z 77	7,7	81	2	2	0,3	1,4	1,0	0,03	0,06	51	5
m.p. Rtb _o											
w 74/75	geen waarnemingen										
w 75/76	7,4	80	2	2	0,6	5,9		0,07	0,09	57	4
w 76/77	7,2	84	2	2	1,0	12,9	1,7	0,06	0,07	79	3
w 77/78	7,4	69	2	2	0,6	10,2	2,0	0,04		65	4
z 75	7,7	82	3	1	0,4	1,3		0,11	0,13	47	3
z 76	7,6	71	3	2	0,5	1,6		0,07	0,11	59	3(2)
z 77	7,6	81	1	1	0,3	7,4	1,1	0,06	0,08	62	5
m.p. Rtb ₁											
w 74/75	7,5	80	6	2	0,7	6,4		0,13	0,15	56	3
w 75/76	7,5	85	2	1	0,6	9,0		0,04	0,06	100	4
w 76/77	7,5	68	2	2	0,5	14,9	1,3	0,02	0,04	78	3
w 77/78	7,4	89	2	1	0,5	13,7	1,6	0,03		70	4
z 75	7,6	77	3	1	0,2	6,9		0,05	0,07	51	5
z 76	7,5	75	4	1	0,3	6,3		0,03	0,09	79	3(1)
z 77	7,7	85	1	1	0,2	10,3	1,2	0,04	0,06	74	5

Bijlage 2 vervolg

	pH	O ₂ -verz. %	BOD mg O ₂ /l	O ₂ -huish. klasse	Anorg. NH ₄ ⁺ -N mg N/l	NO ₃ ⁻ -N mg N/l	kj-N mg N/l	Ortho-P mg P/l	Tot.-P mg P/l	Cl ⁻ mg/l	Aantal bemonste- ringen
m.p. GS ₁											
w 74/75	7,1	77	5	2	0,6	5,7		0,20	0,23	36	3
w 75/76	7,5	84	3	2	2,3	6,5		0,14	0,17	46	4
w 76/77	7,6	90	2	1	0,3	13,5	1,3	0,11	0,14	47	3
w 77/78	7,3	78	2	2	0,4	12,1	1,3	0,04		51	5
z 75	7,6	91	3	2	0,9	2,6		0,06	0,09	32	5
z 76	7,8	93	3	1	0,4	0,9		0,04	0,07	34	3(1)
z 77	7,4	73	3	2	0,4	8,2	1,2	0,11	0,15	46	4
m.p. GS ₂											
w 74/75	7,3	83	5	2	0,7	7,3		0,53	0,53	58	3
w 75/76	7,5	82	2	1	0,5	9,5		1,9	2,1	157	4
w 76/77	7,7	86	2	1	0,5	11,9	1,9	2,4	2,5	161	3
w 77/78	7,4	84	3	2	0,6	9,5	1,9	0,63		89	5
z 75	7,5	67	3	2	0,5	2,6		1,9	2,0	127	5
z 76	7,7	49	4	2	0,7	0,9		3,9	3,9	292	3
z 77	7,6	55	5	3	1,6	5,9	3,4	1,2	1,6	114	4
m.p. GS ₄											
w 74/75	7,5	88	5	2	0,7	8,1		0,20	0,21	49	3
w 75/76	7,7	91	2	1	0,4	9,6		1,4	1,4	135	4
w 76/77	7,7	96	1	1	0,4	7,9	1,5	1,5	1,6	108	3
w 77/78	7,4	95	3	1	0,8	14,1	2,1	0,82	-	94	5
z 75	7,6	80	3	2	0,7	3,3		1,3	1,4	125	5
z 76	8,5	73	7	2	0,1	0,5		1,9	2,0	276	3
z 77	7,8	77	3	2	0,4	7,0	1,5	0,80	0,92	98	4

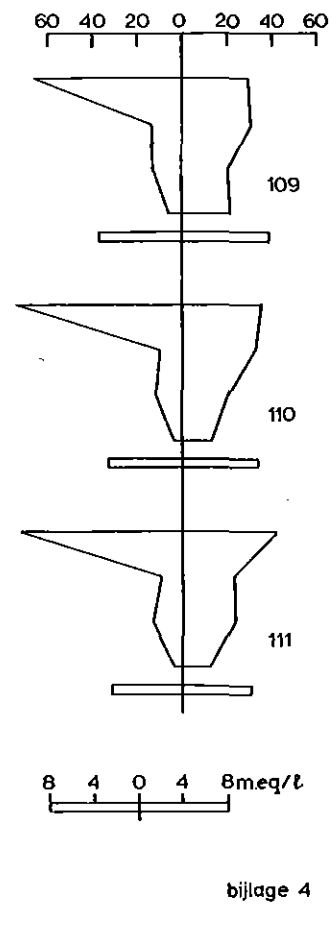
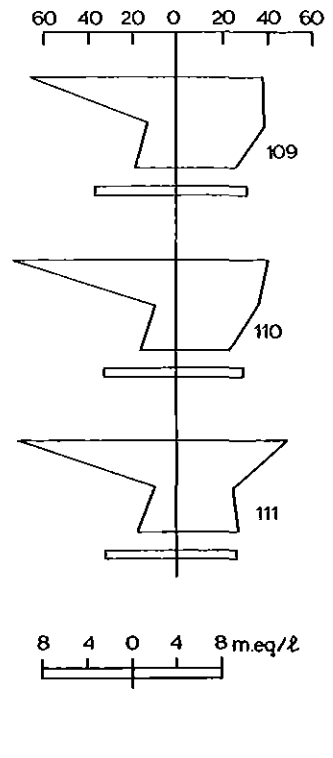
Samenstelling oppervlaktewater, bepaald door het I.C.W.

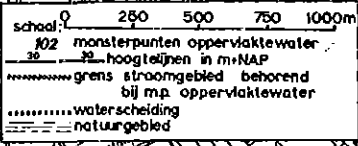
Het stroomgebied van de Boven Slinge (W.S. de Oude IJssel)

	pH	O ₂ -verz. (%)	COD (mg/l)	BOD (mg/l)	NH ₄ -N (mg/l)	NO ₃ -N (mg/l)	N-kj (mg/l)	N-org. (mg/l)	Ortho-P (mg/l)	Tot.-P (mg/l)	Cl (mg/l)	E.G.V. µmho/cm
m.p. 101												
20/10/77	7,8	98	25	2	0,21	0,2	0,78	0,57	0,01	0,06	64	1000
13/12/77	7,3		35	3	0,55	11,7	1,5	0,95	0,02	0,11	49	800
31/ 1/78	7,4	70	45	2	0,86	10,6	2,1	1,24	0,01	0,08	50	860
m.p. 102												
20/10/77	7,4	54	55	3	0,76	0,63	1,5	0,74	<0,01	0,73	29	700
13/12/77	6,7		70	3	0,86	15,1	2,3	1,44	<0,01	0,08	43	532
31/ 1/78	7,0	62	55	1	0,94	12,0	2,3	1,36	<0,01	0,08	38	512
m.p. 103												
20/10/77	6,9	13	210	7	0,11	0,86	3,5	3,4	<0,01	0,33	16	380
13/12/77	5,8		50	1,0	0,55	49,2	1,6	1,05	<0,01	0,12	58	840
31/ 1/78	6,6	68	35	1	0,54	46,9	1,5	0,96	<0,01	0,04	53	820
m.p. 104												
20/10/77	7,3	25	55	6,6	0,78	0,52	2,3	1,52	0,03	0,20	40	700
13/12/77	6,6		140	4	1,3	14,8	2,3	1,0	<0,01	0,09	46	554
31/ 1/78	6,5	53	55	3	1,1	14,3	2,6	1,5	<0,01	0,04	42	536
m.p. 105												
20/10/77	7,2	72	35	4	0,34	7,2	1,5	1,16	<0,01	0,07	60	1000
13/12/77	6,3		65	2	0,39	42,1	1,9	1,51	0,13	0,27	70	900
31/ 1/78	6,1	81	50	1	0,23	39,1	1,9	1,67	0,01	0,09	62	860
m.p. 106												
20/10/77	6,9	78	30	3	0,73	3,2	2,8	2,07	<0,01	0,07	34	530
13/12/77	6,4		100	3	0,86	47,4	2,7	1,84	<0,01	0,08	66	980
31/ 1/78	6,3	81	45	1	0,94	37,7	2,0	1,06	<0,01	0,04	56	860

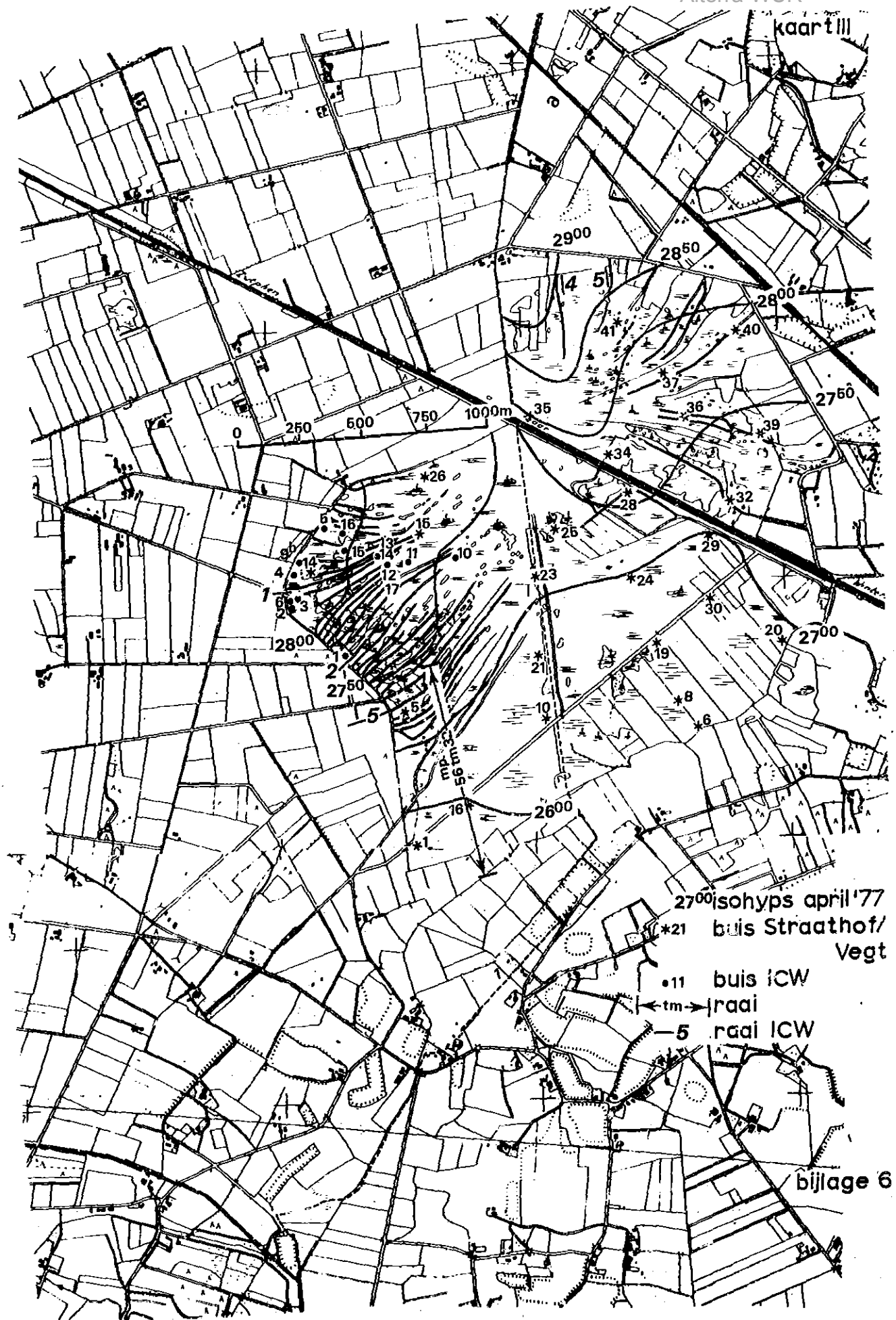
Het stroomgebied van de Groenlosche Slinge (W.S. De Berkel)

	pH	O ₂ -verz. (%)	COD (mg/l)	BOD (mg/l)	NH ₄ -N (mg/l)	NO ₃ -N (mg/l)	N-kj (mg/l)	N-org. (mg/l)	Ortho-P (mg/l)	Tot.-P (mg/l)	Cl (mg/l)	E.G.V. µmho/cm
m.p. 107												
20/10/77	7,6	126	20	2	<0,04	6,7	1,5	1,5	<0,01	0,12	53	900
13/12/77	6,5		45	2	0,55	40,9	0,94	0,39	<0,01	0,11	59	850
31/ 1/78	6,6	98	45	1	0,42	34,0	1,3	0,88	<0,01	0,06	54	800
m.p. 108												
20/10/77	8,0	161	30	1	<0,04	1,7	1,0	1,0	<0,01	0,05	33	800
13/12/77	6,9		45	2	0,78	35,4	1,4	0,62	0,01	0,14	56	860
31/ 1/78	7,1	93	45	2	0,74	27,6	1,7	0,96	<0,01	0,07	50	840
m.p. 109												
20/10/77	7,3	40	35	2	<0,04	2,5	0,88	0,88	0,05	0,20	43	900
13/12/77	7,0		45	2	0,94	29,4	1,3	0,36	0,09	0,21	56	860
31/ 1/78	7,2	70	50	4	<0,04	23,0	2,3	2,3	0,12	0,25	55	860
m.p. 110												
20/10/77	7,8	119	25	2	<0,04	3,5	0,67	0,67	<0,01	0,09	43	900
13/12/77	7,3		30	3	0,35	15,2	0,65	0,30	0,02	0,13	51	740
31/ 1/78	7,4	90	25	1	<0,04	12,2	1,3	1,3	<0,01	0,08	49	760
m.p. 111												
20/10/77	7,8	92	20	1	<0,04	2,9	0,74	0,74			38	750
13/12/77	7,1		70	3	0,34	11,7	0,78	0,44	<0,01	0,04	49	700
31/ 1/78	7,3	73	25	1	0,37	10,4	1,0	0,63	<0,01	0,03	50	740





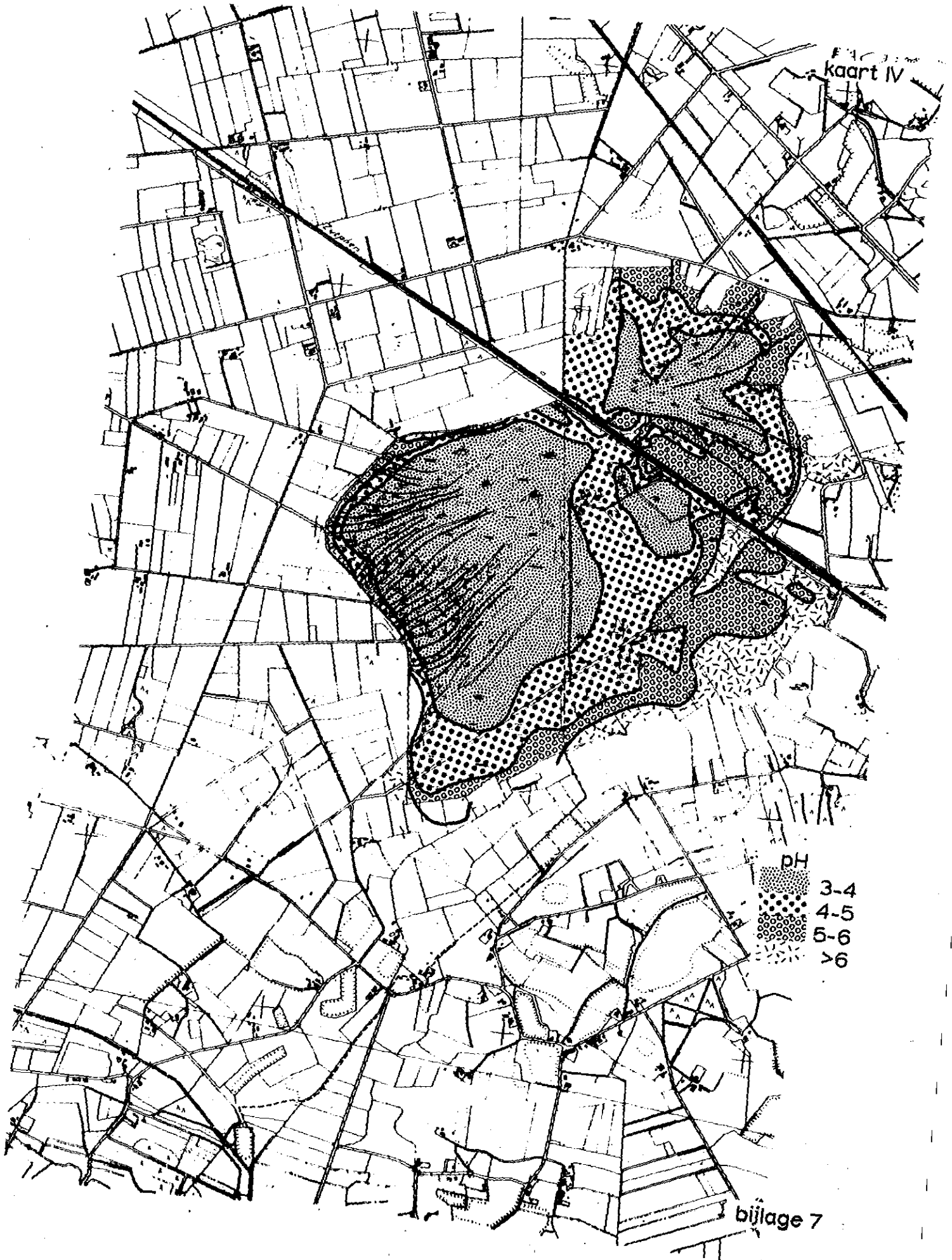
kaart III



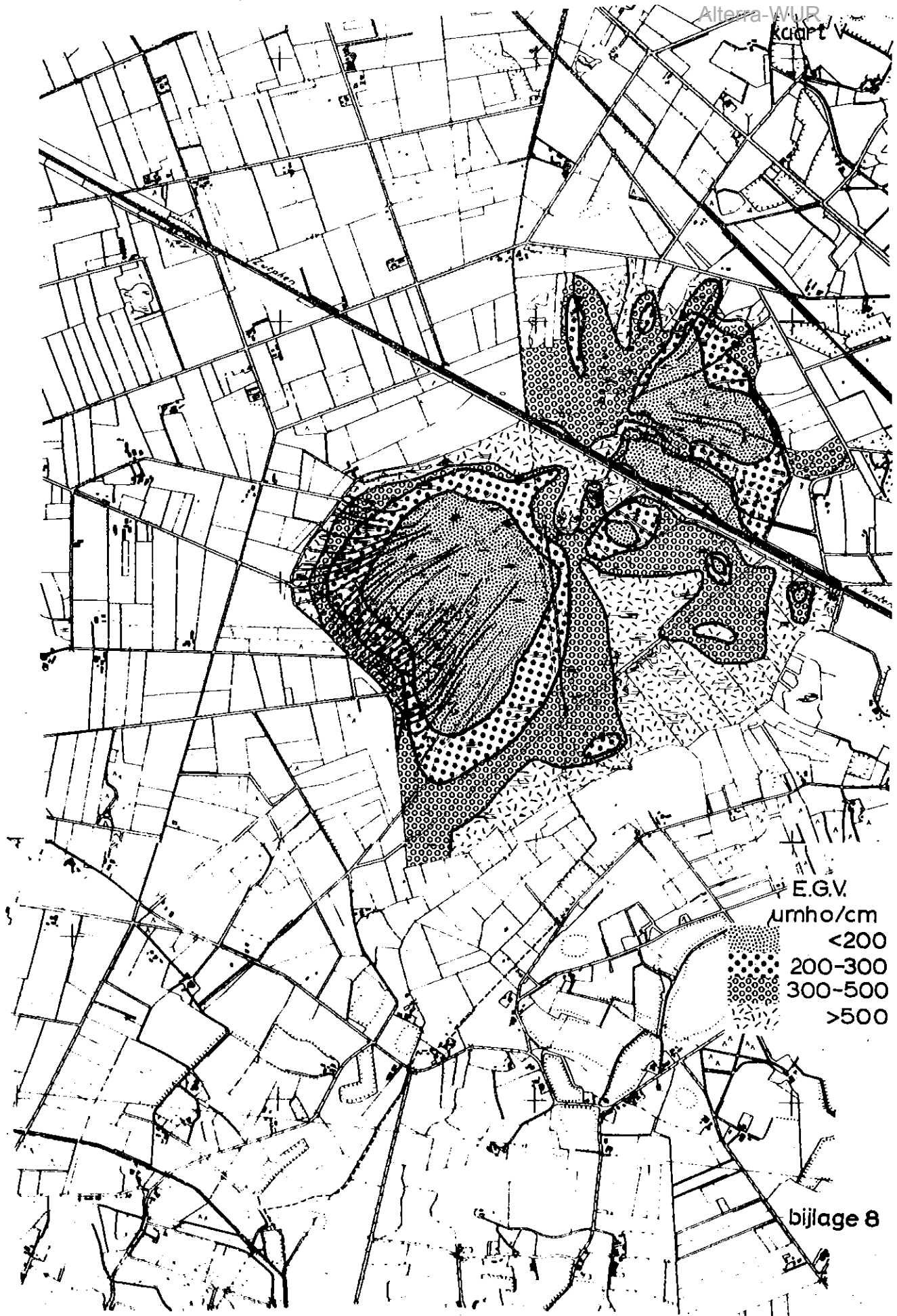
2700 isohyps april '77
 buis Straathof/
 Vegt

•11 buis ICW
 ←tm→ raai
 -5 raai ICW

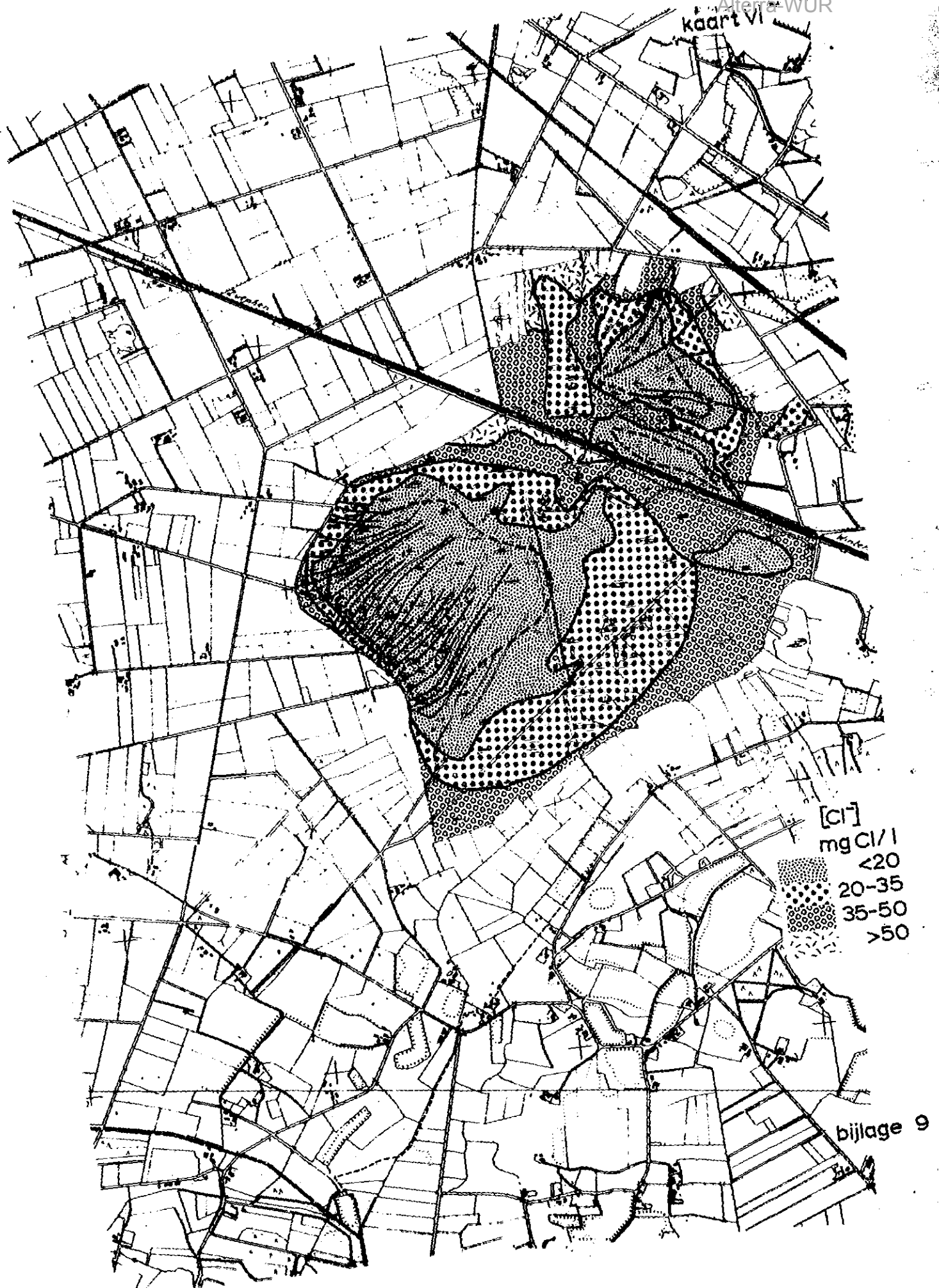
bijlage 6

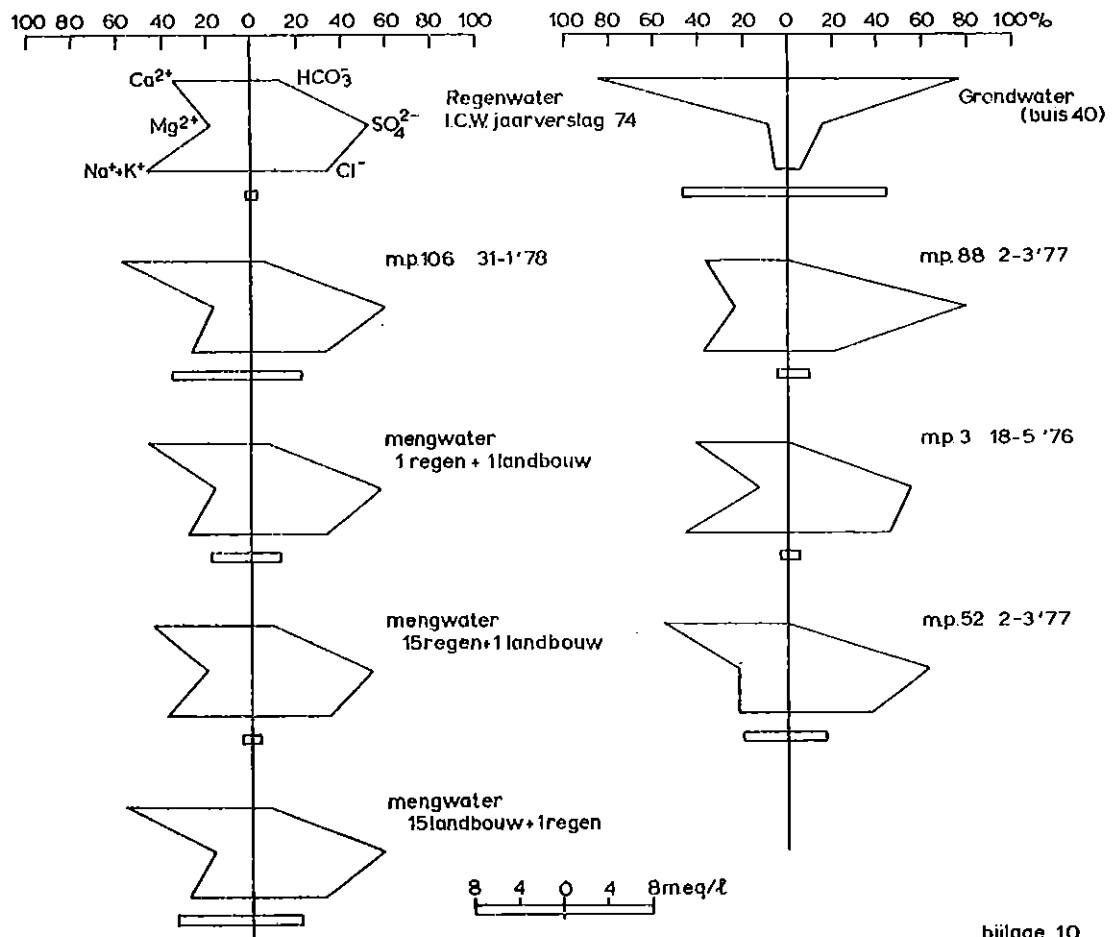


Kaart V



bijlage 8



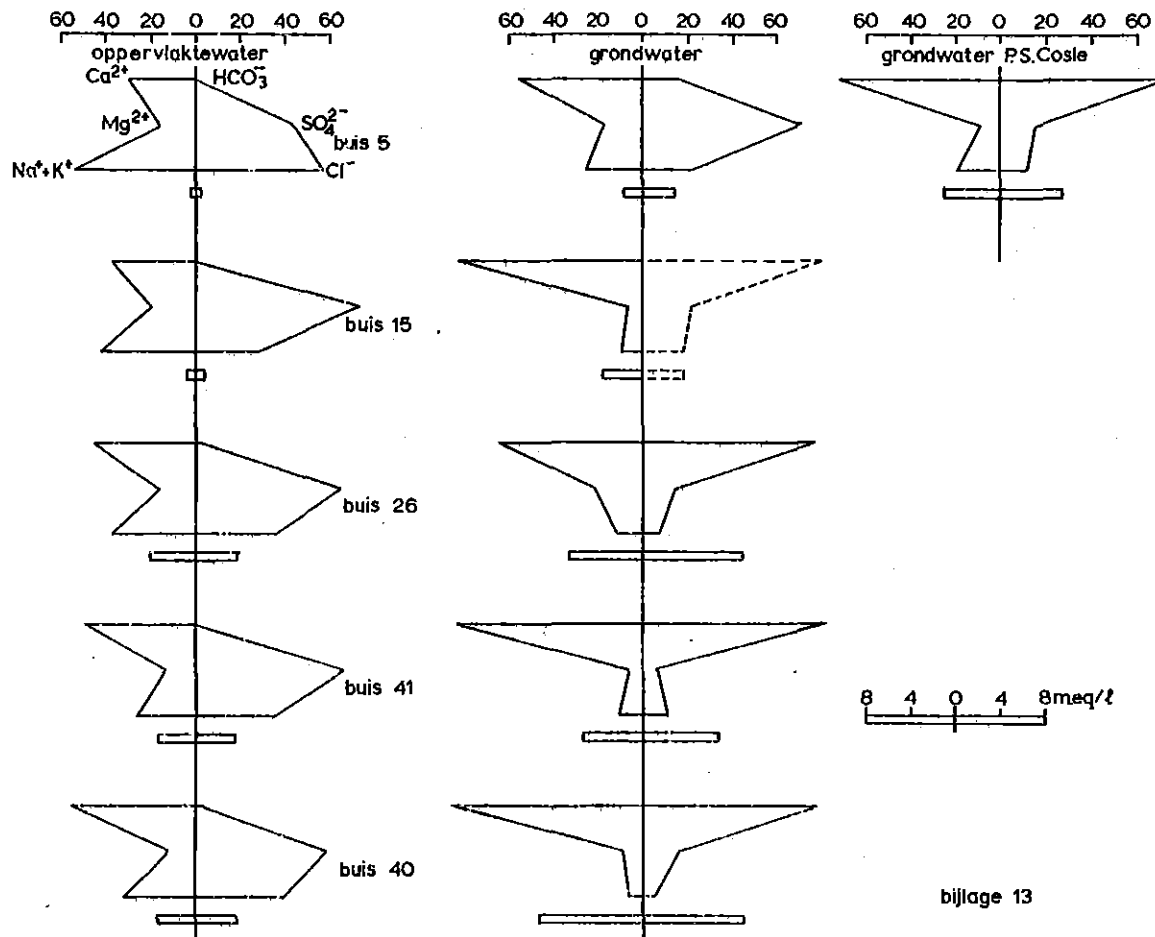


E.G.V. waarden, chloridegehalten en de grondwaterstanden in een aantal buizen in het Vragenderveen op vier verschillende data. Voor de plaats van de buizen zie kaart III, bijlage 6

Buis		Okt.	Jan.	Mrt.	Juli	Buis	Okt.	Jan.	Mrt.	Juli
11	E.G.V. (mho/cm)	157	83			5	2800	3863	3064	3146
	Cl (mg/l)	15	12				40	43	59	46
	grw.st. (cm-mv)	35	20				140	31	53	95
12	E.G.V.	171	191		196	4	235	314		312
	Cl	20	13		13		33	12		21
	grw.st.	20	0		8		110	17		50
17	E.G.V.	133	117		157	3	485	620	700	567
	Cl	14	13		13		33	41	46	55
	grw.st.	20	0		7		60	9	13	33
13	E.G.V.	180	191		179	6	230	372	582	564
	Cl	18	14		22		17	20	57	48
	grw.st.	20	0		5		120	29	31	65
14	E.G.V.	103	99		110	2	896	939		806
	Cl	17	13		14		130	108		101
	grw.st.	20	0		8		-	28		64
15	E.G.V.	403	202	471	217	1	549	936	407	1000
	Cl	18	16	17	16		51	73	23	46
	grw.st.	16	0	0	2		64	22	22	25
16	E.G.V.	438	491	465	599					
	Cl	34	36	38	25					
	grw.st.	15	0	0	10					

pH-, E.G.V.- en chloridegehalten van grondwater in een aantal buizen en van het oppervlaktewater naast de buizen. Voor de plaats van de buizen zie kaart III, bijlage 6

Buis nr	Grondwater			Oppervlaktewater		
	pH	E.G.V. ($\mu\text{mho/cm}$)	Cl (mg Cl/l)	pH	E.G.V. ($\mu\text{mho/cm}$)	Cl (mg Cl/l)
41	6,6	640	26,0	3,7	467	47,7
40	6,9	780	19,3	5,1	470	51,6
37	6,2	376	14,0	3,4	169	18,6
35	5,2	348	25,6			
36	6,3	272	10,5	3,5	75	11,9
34	6,1	332	16,2	4,8	95	14,4
39	6,4	244	10,5	3,7	187	19,3
32	6,9	860	34,8	5,8	189	16,9
28	4,9	258	21,8			
26	6,5	610	24,6			
15	6,9	422	11,2	3,5	32	7,7
14	6,9	544	21,8	4,4	142	14,7
25	7,3	528	39,3	5,4	327	33,0
29	6,8	544	18,6	6,8	396	24,2
23	6,7	466	8,8	3,9	68	8,8
24	6,6	740	27,4	4,8	156	17,9
30	6,5	504	23,9			
21	6,4	304	12,6	3,8	73	11,2
19	6,5	436	24,9	4,2	188	20,4
20	6,8	226	13,0	6,1	188	14,0
5	4,3	161	9,5	5,5	67	9,8
10	5,6	215	21,8	4,8	154	16,9
8	7,3	384	12,6	4,6	286	14,7
6	7,4	720	34,4			
16	6,8	346	11,6			
1	6,5	284	14,7			



bijlage 13